



**SÉRGIO HEBRON MAIA GODINHO**

**DOSES DE CINETINA EM CULTIVARES DE SOJA**

**LAVRAS-MG  
2019**

**SÉRGIO HEBRON MAIA GODINHO**

**DOSES DE CINETINA EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Godinho, Sérgio Hebron Maia.

Doses de cinetina em cultivares de soja / Sérgio Hebron Maia  
Godinho. - 2019.

42 p. : il.

Orientador(a): Pedro Milanez de Rezende.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Glycine Max (L) Merrill. 2. Fitorreguladores. 3. Cinetina. I.  
Rezende, Pedro Milanez de. II. Título.

**SERGIO HEBRON MAIA GODINHO**

**DOSES DE KINETINA EM CULTIVARES DE SOJA**

**KINETIN DOSES IN SOYBEAN CULTIVARS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de março de 2019.

Dr. Élberis Pereira Botrel                      UFLA

Dr. Ângelo Albérico Alvarenga              EPAMIG

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2019**

*À minha mãe Marilane, ao meu pai Josebento, à minha irmã Juliana, por todo o apoio e incentivo. Pela educação, pelo respeito e pelo amor.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, pela saúde e pela oportunidade de toda esta trajetória e experiências vividas.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG), ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, e ao professor Pedro Milanez de Rezende, pela orientação, pela paciência, pelos ensinamentos, e por usar e compartilhar de sua experiência a cada conversa.

À minha mãe Marilane e ao meu pai Josebento, pela compreensão, amor e apoio incondicional. Pelos valores transmitidos que me tornaram a pessoa que sou, e me fazem buscar crescimento sempre. À minha irmã Juliana, pela amizade. Aos demais familiares, sem restrição, que de alguma forma fazem parte da minha trajetória e formação.

À minha namorada Joanna, pela amizade, parceria e conselhos. Uma fonte de inspiração, incentivo e amor. Era 'pra' ser, foi sempre assim!

Ao grupo Pesquisa Soja, na pessoa do professor Adriano T. Bruzi, aos que passaram e aos que permanecem no grupo, pela convivência, amizade, companheirismo, ensinamentos, imprescindível auxílio e participação nos trabalhos desenvolvidos. Com certeza o trabalho seria muito mais difícil sem esse pessoal.

Não menos importantes, agradeço aos funcionários da universidade, por exercerem seus papéis da melhor maneira possível, e serem fortes aliados para o desenrolar das atividades.

Aos meus amigos pessoais, que sem dúvidas contribuíram e contribuem com conversas, conselhos, discussões e brincadeiras, que tornam melhores os meus dias e minha jornada.

Agradeço a todos que tenham participado desse ciclo e contribuído, em maior ou menor grau, por chegar onde cheguei.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

A cultura da soja é uma das mais importantes no mercado agrícola mundial, e a busca por novos métodos e tecnologias que elevem os níveis de produtividade e reflitam em redução de custos é alvo de pesquisas para o alcance dos máximos rendimentos a nível de campo. Nesse contexto, encontra-se o estudo da ação dos fitorreguladores, visando compreender suas implicações morfológicas e fisiológicas nas culturas agrícolas. Dentre eles, encontra-se a cinetina, substância sintética de ação similar à classe de hormônios citocinina. O objetivo desse experimento foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes dosagens do fitorregulador cinetina em diferentes cultivares de soja. O experimento foi conduzido na Fazenda Milanez, no município de Itutinga-MG, com delineamento experimental em blocos casualizados, três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Foram pulverizadas no estádio V6, cinco diferentes dosagens de cinetina (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg ha<sup>-1</sup>), que formaram as parcelas, e usadas quatro cultivares comerciais (FPS URANO RR, 5D690 RR, RK5813 RR e RK6316 IPRO) nas subparcelas, sendo duas de hábito de crescimento determinado, e duas de hábito indeterminado. Os caracteres avaliados foram: altura de planta; altura de inserção do primeiro legume; dias para maturação; número de legumes por planta; número de sementes por planta; teor de nitrogênio foliar; teor de clorofila; peso de cem sementes e; produtividade. Após coleta e tabulação dos dados, efetuou-se as análises estatísticas com auxílio do software SISVAR. As doses de cinetina aplicadas alteraram as características dias para maturação, teor de clorofila e produtividade. A altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, dias para maturação, número de legumes, número de sementes, teor de nitrogênio, clorofila, e peso de cem sementes, se alteraram entre as cultivares testadas. A cultivar FPS URANO RR atingiu a maturação em 116 dias, favorecendo o cultivo de safrinha de milho. A dose de 1000 mg ha<sup>-1</sup> é a mais eficiente em relação a dias para maturação, nitrogênio, clorofila, peso de cem sementes e produtividade. A dose de 1500 mg ha<sup>-1</sup> é relacionada a maior margem de lucro.

**Palavras-chave:** *Glycine Max* (L.) Merrill. Fitorreguladores. Cinetina.

## ABSTRACT

The soybean crop is one of the most important to the agribusinesses in the world, and the search for new technologies and methods that drive productivity levels and reduce costs is the target of research to achieve the maximum income at the fields level. In this context, exist the phytohormones study to understand the morphological and physiological implications of the applications in crops yield. One of that is the kinetin, a synthetical substance similar to the cytokinin hormonal class. The objective of this study was evaluate the effects of different kinetin doses applied in different soybean cultivars. The experiment was carried out under field conditions, at the Milanez Farm, in the city of Itutinga-MG, and the experimental design was randomized block, sub-divided plots with three replications. Were sprayed at the vegetative stage V6, five kinetin concentrations (0, 500, 1000, 1500, 2000 mg ha<sup>-1</sup>), that formed the plots, and used four comercial cultivars (FPS URANO RR, 5D690 RR, RK5813 RR, and RK6313 IPRO) in subplots, two with determinate growth habit and two with indeterminate habit. Plant height at harvest, first legume insertion, days to maturity, number of legumes per plant, number of seeds per plant, nitrogen leaf content, chlorophyll content, mass of one hundred grains, grain yield were evaluated. The statistical analyzes were performed with the SISVAR software (Ferreira, 2011). The kinetin sprayed doses have altered the days to maturity, chlorophyll content, and yield. The plant height, first legume insertion, days to maturity, number of legumes per plant, number of seeds per plant, nitrogen content, chlorophyll content, mass of one hundred grains were altered in all cultivars tested. The FPS URANO RR reached the maturity in 116 days which makes it a usable material for the off-season maize crop. The 1000 mg ha<sup>-1</sup> dose is the most efficient for days to maturity, nitrogen and chlorophyll content, mass of one hundred grains, and grain yield. The 1500 mg ha<sup>-1</sup> dose represent the highest profit margin for the kinetin application.

**Key words:** Glycine Max (L.) Merrill. Phytohormones. Kinetin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Médias de precipitação e temperatura, de dezembro de 2017 a abril de 2018, no município de Lavras, MG. ....	24
Figura 2 – Variação da produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) em função das doses de cinetina. Itutinga - MG, 2017/2018. ....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Maiores produtores mundiais de soja, em milhões de toneladas.....	13
Tabela 2 – Maiores exportadores mundiais de soja, em milhões de toneladas. ....	13
Tabela 3 – Características químicas do solo amostrado na área experimental.....	25
Tabela 4 – Resumo das análises de variância dos dados relativos a altura de plantas (ALT), altura de inserção do primeiro legume (INS), dias para maturação (DPM), número de legumes por planta (NLP) e número de sementes por planta (NSP), obtidos no experimento com doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018. ....	28
Tabela 5 – Resumo das análises de variância dos dados relativos ao teor de nitrogênio foliar (NIT), clorofila (CLO), peso de cem sementes (PCS) e produtividade (PROD), obtidos no experimento com doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018. ....	29
Tabela 6 – Valores médios para altura de plantas (ALT), altura de inserção do primeiro legume (INS), dias para maturação (DPM), número de legumes por planta (NLP), número de sementes por planta (NSP) e produtividade (PROD), para as diferentes cultivares e doses utilizadas no experimento doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018. ....	30
Tabela 7 – Resultados médios de teor de nitrogênio (NIT), clorofila (CLO), e peso de cem sementes (PCS) obtidos no experimento doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018.....	31
Tabela 8 – Análise de viabilidade financeira da aplicação de cinetina via foliar na cultura da soja. Itutinga - MG, 2017/2018. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Exigências hídricas, térmicas e fotoperiódicas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Hormônios vegetais.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Grupo das citocininas .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Cinetina e produtividade.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Bioestimulantes e fitorreguladores.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Área experimental e dados climáticos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Instalação e condução do ensaio .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Doses de cinetina e aplicação .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4</b>	<b>Características avaliadas.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5</b>	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Nitrogênio .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Clorofila .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Peso de cem sementes .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Produtividade.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5</b>	<b>Estudo das despesas e receitas da aplicação de cinetina .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução da produção de soja, não só no Brasil, como no mundo todo, passa pela elaboração e desenvolvimento de novas tecnologias. Desse modo, novos produtos são criados e colocados em comercialização, e novas práticas são implementadas, visando sempre o aumento de produtividade.

Trata-se de uma cultura altamente dependente de condições ambientais como: fotoperíodo, temperatura e condições hídricas, sendo necessários contínuos estudos a respeito do manejo cultural, da adaptabilidade e da estabilidade de cultivares, para diferentes regiões. Neste contexto, a pesquisa é fundamental, tanto em instituições públicas quanto privadas, para que as novas tecnologias se apresentem baseadas em conhecimento científico, com amparo técnico, agregando valor e potencial de mercado àquilo que, posteriormente, poderá ser disponibilizado à sociedade.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), em seu levantamento da safra de grãos de dezembro de 2018, estima crescimento de 2% na área plantada de soja e algo próximo de 1% na produção total para a safra 2018/2019. Números aparentemente pequenos, mas que se confirmados podem representar o novo recorde de produção de soja no Brasil, ultrapassando a casa de 120 milhões de toneladas do grão, com média de mais de 3.300 kg ha<sup>-1</sup> e evidenciando a constante evolução desse cultivo.

Em busca de evolução em todos os quesitos ligados a produção, novas tecnologias são pesquisadas e desenvolvidas, dentre essas, as técnicas de agricultura de precisão contribuem para o melhor estudo de áreas, bem como para a melhor utilização de implementos e distribuição de insumos, o que imprime em melhor distribuição e uso de recursos.

Outro ponto a se destacar entre as alternativas passíveis de utilização em busca de incrementos de produtividade, estão os fitorreguladores, que de acordo com suas classes e grupos químicos exercerão ações que podem induzir as plantas a alterações fisiológicas e morfológicas, auxiliando no combate a fatores que venham causar prejuízos aos cultivos. São produtos sintéticos e, portanto, de aplicação exógena, com função similar aos hormônios, criados com o objetivo de proporcionarem melhor desenvolvimento, arquitetura de planta e, consequentemente, produtividade.

A cinetina é exemplo de uma substância sintética que exerce função semelhante às citocininas, e tem como papel principal a divisão celular, além de contribuir para outros efeitos

como controle de senescência vegetal, mobilização de nutrientes, germinação de sementes, desenvolvimento floral, dentre outros.

Portanto, pretende-se com esse trabalho, avaliar a ação do fitorregulador cinetina comercial, com diferentes dosagens de aplicação sobre diferentes cultivares de soja. Espera-se que com sua utilização sejam obtidos e, posteriormente, divulgados, resultados que elevem o potencial dessa tecnologia para a cultura da soja, visando a diminuição do aborto floral, ao aumento da fixação de legumes no rácemo e ao aumento da translocação de fotoassimilados das folhas para os grãos, resultando em maior produção de grãos. Conseqüentemente, mais informações serão geradas e disponibilizadas a profissionais e agricultores, ampliando suas perspectivas quanto a pesquisa e uso em práticas de manejo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) representa um dos principais propulsores do agronegócio brasileiro, influenciando a vida de milhões de cidadãos, tanto pela geração de emprego e renda, como pelas melhorias de infraestrutura, que são inerentes ao desenvolvimento do setor de regiões produtoras. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), tal fato se comprova em função do país ser o segundo maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e, imediatamente à frente da Argentina. O Brasil atingiu na safra 2017/2018 sua maior produção na história, com a ocupação recorde de 35.149,2 milhões de hectares com produção total de 119.281,7 milhões de toneladas desses grãos, e produtividade de 3.394 kg ha<sup>-1</sup>. A evolução é nítida e o país aparece no cenário mundial como um dos principais produtores e exportadores de soja (GESTEIRA et al., 2015).

Tabela 1 - Maiores produtores mundiais de soja, em milhões de toneladas.

País/Safra	2017/2018	2018/2019 mar.	Variação (a/b)	
	(a)	(b)	Abs.	(%)
Estados Unidos	120,07	123,66	3,6	3
Brasil	120,8	116,5	-4,3	-3,56
Argentina	37,8	55	17,2	45,5
China	15,2	15,9	0,7	4,61
Outros	46,61	49,01	2,41	5,16
Total	340,47	360,08	5,76	5,76

Fonte: Adaptado de Conab (2019).

Tabela 2 - Maiores exportadores mundiais de soja, em milhões de toneladas.

País/Safra	2017/2018	2018/2019 mar.	Variação (a/b)	
	(a)	(b)	Abs.	(%)
Brasil	76,18	79,5	3,33	4,36
Estados Unidos	57,95	51,03	-6,92	-11,94
Argentina	2,11	6,3	4,19	198,3
Paraguai	6,03	5,6	-0,43	-7,12
Outros	10,7	5,3	-5,4	-50,46
Total	152,96	154,2	1,24	0,81

Fonte: Adaptado de Conab (2019).

A evolução da produção de soja não só no Brasil, como no mundo todo, passa pela elaboração e desenvolvimento de novas técnicas, metodologias e tecnologias. Desse modo,

novos produtos são criados e postos em comercialização, e novas práticas são implementadas, visando sempre o aumento de produção por unidade de área.

A utilização eficiente de insumos agrícolas com auxílio de aparatos tecnológicos para a agricultura de precisão, tem importância crescente na agropecuária brasileira, sobretudo, em função dos custos de implantação e condução das lavouras para se chegar a altos patamares produtivos.

O potencial de produção da cultura é regido pelas características genéticas de suas sementes. Entretanto, as condições no ambiente, como temperatura, regime de chuvas, fotoperíodo, propriedades químicas e físicas do solo, bem como a concorrência com outras plantas, diminuem seu rendimento para os valores médios atualmente vistos. Um estudo voltado ao aumento de produção com base em manejo, registrou rendimentos de 10.760 kg ha<sup>-1</sup> (HAEGELE; BELOW, 2013), número superior três vezes mais à média nacional para a safra 2017/2018. Após cinco anos de pesquisa, os autores elencaram seis fatores fundamentais para altas produtividades de soja sendo, respectivamente, clima, fertilidade do solo, proteção foliar contra patógenos, genética, espaçamento entre linhas (população de plantas), e tratamento de sementes como ferramenta auxiliar à proteção do potencial produtivo.

Apesar da complexidade de se alcançar valores semelhantes a nível de campo e em larga escala, isso indica a possibilidade de explorar as características genéticas por meio do gerenciamento fisiológico.

## **2.1 Exigências hídricas, térmicas e fotoperiódicas**

A disponibilidade de água, tanto para a soja quanto para outras culturas, é fundamental especialmente em duas épocas do desenvolvimento: na germinação/emergência e floração/enchimento de grãos. Durante essa primeira época, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Para o ideal rendimento durante o ciclo da planta, tem-se a necessidade total de água entre 450 a 800 mm, a depender das condições climáticas, do manejo praticado e da duração do ciclo de acordo com cada cultivar, além da influência da estruturação do solo permitir ou não um maior alcance das raízes, e também da evapotranspiração (EMBRAPA, 2013).

A necessidade de água da soja cresce com o passar do tempo e desenvolvimento da planta, alcançando o auge nos estádios de floração e enchimento de grãos, quando necessita de 7 a 8 mm/dia em média de suprimento de água, ocorrendo decréscimo após essa fase. Nos dois estádios de desenvolvimento citados acima, déficits hídricos expressivos provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas, o que leva à queda prematura de folhas e de flores, bem como ao abortamento de vagens, resultando, por fim, em redução do rendimento de grãos (EMBRAPA, 2013).

Quanto à temperatura, a faixa para o adequado desenvolvimento é de 20 °C a 30 °C, sendo que a ideal está em torno dos 25 °C. Temperaturas abaixo de 10 °C afetam a germinação-emergência, e pode resultar em crescimento nulo. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima de 13 °C. Temperaturas acima de 40 °C também geram distúrbios no desenvolvimento da cultura, afetando, em especial, a fase reprodutiva e o adequado estabelecimento e evolução de seus frutos. Tais efeitos são potencializados em casos de déficit hídrico (EMBRAPA, 2013).

As diferenças de data de floração, entre anos, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época e na mesma latitude, são devido às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre, principalmente, em decorrência de temperaturas mais altas, podendo acarretar na diminuição na altura de planta, e o problema pode se agravar se, paralelamente, houver insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica. Diferenças de data de floração entre cultivares, numa mesma época de semeadura, e na mesma latitude, se deve, principalmente, à resposta diferencial das cultivares ao fotoperíodo (EMBRAPA, 2013).

A soja é induzida ao florescimento, com pausa (hábito de crescimento determinado) ou redução (hábito de crescimento indeterminado) do crescimento vegetativo, quando o comprimento do dia é igual ou inferior a um valor crítico de uma determinada cultivar, e por isso, é tida como uma planta de dia curto (PDC). Quando o comprimento do dia se prolonga para além do valor crítico, a planta tende a continuar vegetando, retardando sua chegada ao estágio reprodutivo.

Com origem na região nordeste da China, a cultura inicialmente tinha melhor adaptação a localidades com temperaturas médias mais baixas do que as encontradas, por exemplo, no cerrado brasileiro. Assim, mesmo tendo chegado ao Brasil pelo estado da Bahia, se adaptou com mais facilidade no Rio Grande do Sul. A evolução e o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a climas quentes veio por meio do melhoramento genético, e através da seleção de

germoplasmas que apresentavam esta característica. Algumas cultivares apresentam o chamado Período Juvenil Longo (PJL), que está associado ao florescimento tardio mesmo em dias curtos. Isto possibilitou uma maior adaptação da soja a diferentes regiões e, a obtenção de cultivares responsivas mesmo a menores latitudes e ambientes que apresentam médias de temperatura mais altas, como as regiões centro-oeste e nordeste do Brasil, ganhou força.

## 2.2 Hormônios vegetais

Em todos estes processos associados as questões ambientais que vão desde a semente à planta madura, considerando todo o desenvolvimento, estão envolvidos os hormônios vegetais, ou fitormônios, que são compostos orgânicos de ocorrência natural nos vegetais. Esses são produzidos em pequenas quantidades (ppm) e atuam como mensageiros químicos, sendo produzidos em locais diferentes daqueles onde irão induzir repostas, que podem causar profundas influências na fisiologia das plantas (FAGAN et al., 2015). Diversos processos do desenvolvimento das plantas, que muitas vezes envolvem fatores ambientais, podem ser afetados em resposta a alterações nas concentrações hormonais em tecidos.

Segundo Taiz et al. (2017), são nove os hormônios principais que regulam o desenvolvimento vegetal: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico, e estrigolactonas. Esses modulam processos em células diferentes daquelas onde foram produzidos, por meio da interação com proteínas específicas que agem como receptores ligados às rotas de transdução de sinal.

Os hormônios podem ser divididos em dois grupos. Um deles são os esteroides, referentes aos brassinosteroides, que são compostos lipossolúveis e se difundem com facilidade pelas membranas celulares. Pelo processo de ativação gênica direta, essas substâncias estando no interior da célula, ligam-se a receptores localizados no citoplasma e, posteriormente, penetram o núcleo da mesma, onde se liga a uma parte do DNA ativando determinados genes. Do núcleo ao citoplasma, se direciona o mRNA que induz a síntese enzimática e proteica. Já os não esteroides, que englobam os outros oito hormônios vegetais principais, não são lipossolúveis e, portanto, têm dificuldade de trânsito em relação às membranas celulares. Assim, esses hormônios se ligam a receptores externos às células, sobre a membrana celular, e induzem reações que geram mensageiros químicos secundários e/ou terciários (FAGAN et al., 2015).

Cinco são os hormônios vegetais mais popularmente conhecidos e tidos como base do estudo de hormônios em fisiologia de plantas, em diversos cursos. São as auxinas, a giberelinas, a citocininas, o etileno e o ácido abscísico.

A síntese das auxinas se dá em toda a planta, sendo uma parte no cloroplasto e sob dependência do aminoácido triptofano, e outra, no citosol. Esta síntese ocorre principalmente em tecidos da parte aérea das plantas (meristemas apicais, folhas jovens, frutos e sementes em formação), e com elevada taxa metabólica. Entre seus efeitos fisiológicos estão a divisão e o alongamento celular, dominância apical, controle da abscisão de órgãos, tropismos e senescência, dentre outros (FAGAN et al., 2015).

As giberelinas são diterpenóides, e sua síntese passa por três etapas distintas iniciando nos plastídeos (síntese de caureno), seguindo no retículo endoplasmático (oxidação de caureno) e finalizando no citosol (síntese de diferentes giberelinas), podendo o processo ser controlado segundo fatores endógenos e exógenos, o que pode afetar suas concentrações e causar diferentes efeitos fisiológicos. Seu transporte ocorre por floema, xilema e também por transporte polar em células não diferenciadas. Algumas das principais funções desses hormônios são: o alongamento celular, a floração, o crescimento de plantas anãs, a expressão sexual e superação de dormência de gemas, dentre outras (FAGAN et al., 2015).

Em relação às citocininas, as aplicações foliares do hormônio modificam a dominância apical e promovem o crescimento das gemas laterais. Em aplicação direta nas gemas axilares de diversas espécies, elas estimulam a divisão celular e o crescimento dessas gemas. As citocininas também promovem o desenvolvimento de cloroplastos e expansão de folhas. Nos cloroplastos elas influenciam na organização básica dos componentes, mantêm a integridade do aparelho fotossintético e podem interferir na síntese de clorofila (TAIZ et al., 2017).

O etileno, por sua vez, regula uma série de respostas nas plantas, que vão desde a germinação da semente à senescência de plantas superiores, podendo ser sintetizado em quase toda a planta, a depender do tipo de tecido e estágio de desenvolvimento da mesma. Sob suas principais ações está a ação como inibidor da divisão celular, envolvido na degradação de moléculas de clorofila, causador de efeito expressivo na redução do crescimento do caule em comprimento, além de agente de abscisão foliar e floral, associado e posterior à senescência, gerada pelo ácido abscísico (TAIZ et al., 2017).

O ácido abscísico (ABA) é um hormônio que se encontra em todas as plantas vasculares sendo que é sintetizado em todas as células que contém cloroplastos ou amiloplastos, além de

também ser encontrado em musgos, alguns fungos patogênicos e uma série de metazoários. Trata-se de um sesquiterpenóide (terpenóide de 15 carbonos) oriundo de carotenóides, e suas concentrações podem variar drasticamente na planta durante todo o desenvolvimento. Sob estresse por desidratação os níveis de ABA em folhas podem aumentar 50 vezes em um período de até oito horas, por exemplo. Ou seja, exerce influência direta nos vegetais quando do comportamento sob estresses, induzindo alterações nos mecanismos de regulação estomática no sentido de resguardar a planta de maiores perdas. Também está ligado a maturação e dormência de sementes, crescimento de raízes e parte aérea, dentre outros (TAIZ et al., 2017).

### 2.3 Grupo das citocininas

A história da descoberta das citocininas está ligada intimamente ao próprio estabelecimento da técnica da cultura de células, tecidos e órgãos vegetais *in vitro*. Curiosamente, o primeiro sucesso no cultivo de um órgão vegetal isolado *in vitro* foi obtido com raiz (KERBAUY, 2012), mesmo antes da descoberta da primeira citocinina cerca de duas décadas e meia mais tarde. Sabe-se atualmente, que uma das possíveis causas do sucesso na manutenção dessas raízes isoladas e vivas no meio de cultura, teria sido o fato de elas serem os principais centros produtores de citocininas nas plantas. Outras evidências de que esses órgãos funcionariam como um importante sítio de síntese de citocininas vieram da constatação de que a senescência das folhas isoladas poderia ser retardada tanto pela aplicação de cinetina quanto pela formação de raízes nos pecíolos. Contudo, é necessário considerar que outros tecidos meristemáticos, como os ápices caulinares, também podem produzir citocininas, conforme evidenciado em plantas que, praticamente, não possuem raízes, como no caso de *Tillandsia recurvata*, uma bromélia epífita (KERBAUY, 2012).

O principal sítio de biossíntese das citocininas nas plantas é representado pelas raízes. Essa localização sugere que as citocininas podem ser transportadas para a parte aérea através do xilema. De fato, a análise da seiva bruta em várias plantas tem demonstrado a presença dessas em boas quantidades, destacando-se dentre elas a zeatina ribosídeo. Desse modo, tem-se como noção geral que as citocininas são transportadas principalmente pelo xilema sob a forma de ribosídeos (KERBAUY, 2012).

As citocininas também são encontradas no floema, sobretudo durante a translocação de assimilados de folhas senescentes (fontes) para as partes jovens da planta (drenos). Enquanto

as formas ribosídicas são transportadas pelo xilema, o transporte de citocininas pelo floema ocorre principalmente sob a forma de glicosídeos. Uma das funções do acúmulo desses glicosídeos – inicialmente nos vacúolos de folhas senescentes, sendo depois translocados para as gemas que deverão entrar em dormência, principalmente durante o inverno – seria suprir as citocininas necessárias à retomada de crescimento na primavera. Essa observação implica reconhecer que um dos primeiros eventos desencadeadores da quebra de dormência dessas gemas seria a hidrólise das citocininas glicosídicas armazenadas, com a consequente liberação das bases livres ativas (KERBAUY, 2012).

O modo de ação de qualquer hormônio vegetal envolve três etapas principais: a percepção do sinal; a transdução do sinal percebido e; os alvos primários da ação hormonal. A primeira delas, ou seja, a percepção, é realizada através da ligação do hormônio a um receptor específico. Receptores, normalmente são proteínas localizadas na membrana celular ou no citoplasma, as quais se ligam com mensageiros químicos de forma específica e reversível. De modo diferente das enzimas, as proteínas que constituem os receptores não alteram os mensageiros químicos. Após a ligação, todavia, o receptor pode sofrer mudança conformacional, alcançando um estágio ativado, o qual, por sua vez, desencadeia uma cascata de eventos químicos intracelulares que leva a uma resposta característica. Desse modo, as proteínas receptoras atuam tanto na detecção quanto na transdução do sinal. Outras moléculas (mensageiros secundários) podem estar envolvidas na transdução do sinal, amplificando-o. Por fim, o sinal percebido e amplificado deve interferir sobre mecanismos celulares básicos, como a expansão, divisão ou diferenciação, os quais são alvos primários fundamentais e cujo somatório de efeitos se traduz na modificação do vegetal como um todo. Esses mecanismos possuem especificidade para cada classe hormonal (KERBAUY, 2012).

#### **2.4 Cinetina e produtividade**

Santos e Vieira (2005), analisaram doses de produto bioestimulante composto por citocinina, ácido indolbutírico e ácido giberélico em aplicação via sementes em algodoeiro e observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas. Segundo os autores, o bioestimulante aplicado vias sementes, é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência em areia e terra vegetal proporcional ao aumento de doses do produto. Também carvalho et al. (1994), estudando a

aplicação de fitorreguladores em algodoeiro, concluíram que esses proporcionam aumento de peso do capulho e das sementes. Informações sobre os efeitos desses produtos na soja poderiam fornecer elementos fundamentais para estudos posteriores sobre a utilização agrônômica dos reguladores vegetais.

A ocorrência de abortamento de grandes quantidades de flores e vagens é comumente observada na cultura da soja. Em condições normais de cultivo, a percentagem de vagens fixadas varia de 20 a 40% (JIANG; EGLI, 1993). Em estudo de Liu, Jensen e Andersen (2004), o controle da abscisão de estruturas reprodutivas na cultura da soja foi atribuído à disponibilidade de fotoassimilados e nutrientes, principalmente do cálcio, e à concentração endógena de alguns hormônios vegetais, como o ácido abscísico e a citocinina. Essas características são influenciadas pelo ambiente de cultivo, em que o abortamento de estruturas reprodutivas pode ser observado em condições adversas de ambiente, como déficit hídrico, altas temperaturas ou baixa intensidade luminosa.

O balanço entre a atividade de hormônios promotores e inibidores é importante para o desenvolvimento reprodutivo de plantas. A citocinina e o ácido abscísico são considerados os hormônios mais determinantes para o desenvolvimento reprodutivo, em condições normais e de estresse ambiental (LIU; JENSEN; ANDERSEN, 2004). Assim, pode-se considerar que a definição do potencial de força de dreno de tecidos reprodutivos jovens é dependente da atividade da citocinina. A aplicação de 6-benzilaminopurina (BAP) a racemos individuais de plantas de soja resulta na redução do abortamento das flores, em condições de bom suprimento hídrico (CHO et al., 2002). No entanto, a ocorrência de déficit hídrico causa redução da concentração de citocinina em folhas e o abortamento de estruturas reprodutivas de trigo (YANG et al., 2003).

Fioreze et al. (2013), não obtiveram ganhos de produção no trabalho onde avaliaram o efeito de cinetina associada ao cálcio sobre as características fisiológicas e produtivas na cultura da soja, sendo que as plantas foram submetidas a estresses por déficit hídrico e sombreamento na fase de florescimento. Sob estresse ambiental, particularmente com déficit hídrico, o fornecimento exógeno de cálcio e cinetina para plantas de soja promoveu a manutenção do conteúdo relativo de água e a redução do extravasamento de eletrólitos celulares.

Estudos recentes indicam que a citocinina pode modular as vias metabólicas antioxidantes, reduzindo o nível de estresse das plantas (O'BRIEN; BENKOVÁ, 2013; ALAZEM; LIN, 2015; ZWACK; RASHOTTE, 2015). Em conjunto, suas diferentes funções

demonstram que seu uso pode causar alterações que levam a um maior rendimento nas plantas. Além disso, o estágio de crescimento em que esses reguladores são aplicados também é um ponto importante a ser estudado, pois seu efeito pode ser modificado em função do tempo em que são aplicados e das variedades de culturas utilizadas.

Nesse contexto, soares et al. (2017) avaliaram as respostas fisiológicas, fenométricas e produtivas da aplicação de cinetina na cultura da soja, concluindo que a utilização de cinetina nos estádios V4, V6 ou V4 + V6 proporcionou incremento na atividade da enzima nitrato redutase, redução do estresse e aumento no teor de massa de matéria seca. Todas essas características repercutiram no aumento da produtividade, indicando efeitos mais expressivos em V6, obtendo-se incremento de 20% na produtividade, em relação ao controle.

O efeito de diferentes doses do regulador vegetal do grupo das citocininas, cinetina, e de nitrato de potássio aplicados via foliar na fase fenológica R3 (início da frutificação), na produtividade e características agrônômicas da soja em condições de campo, foi analisado por Passos et al. (2011). A cinetina aumentou o número total de legumes fixados em até 27,4%, principalmente, os do terço inferior e mediano do dossel. Observou-se aumentos dos legumes no terço médio de até 20,7% perante a testemunha. A produção por planta foi incrementada em até 32%, utilizando a maior dose. Atribui-se a causa dos efeitos da cinetina ao aumento dos níveis endógenos de citocininas que contribuíram para maior produção e melhor redistribuição de fotoassimilados para os legumes e sementes.

## **2.5 Bioestimulantes e fitorreguladores**

Os biorreguladores vegetais são substâncias sintéticas que quando aplicadas exógenamente, promovem ações similares aos hormônios vegetais. E assim como os hormônios em baixas concentrações inibem, promovem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos dos vegetais (VIEIRA; CASTRO, 2002).

Com o intuito de alcançar maiores retornos econômicos pelo incremento na produtividade da cultura da soja, faz-se necessária a continuidade no processo de geração de informações, provenientes da pesquisa, que avalie práticas inovadoras de manejo, como o uso de biorreguladores. Reguladores vegetais ou biorreguladores possuem ampla aplicabilidade fitotécnica em inúmeras culturas, e podem ser denominadas substâncias ou associações, com a presença de análogos químicos de hormônios vegetais. Cita-se alguns exemplos de trabalhos

em milho (NETO et al., 2004), em feijão (ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000) e algodão (ALBRECHT et al., 2009).

Várias pesquisas na própria cultura da soja atestam a funcionalidade de biorreguladores (ÁVILA et al., 2008; MOTERLE et al., 2008; CAMPOS; ONO; RODRIGUES, 2009), porém, perduram posicionamentos técnico-científicos a serem consolidados diante do seu emprego em espécies como a soja, que já atingiram elevado nível tecnológico. Tal retrato vigorante impõe a constante reformulação, adaptação, e a introdução racional de novas tecnologias, como o uso e manejo de biorreguladores.

O efeito da aplicação isolada e combinada do ácido giberélico (giberelina), ácido indolbutírico (auxina) e cinetina (citocinina) sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas teste de tomateiro (*Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom), através do produto regulador de crescimento Stimulate®, promoveu incrementos significativos sobre o acúmulo de matéria seca nas raízes e nas massas de matéria fresca e seca dos frutos com relação ao controle (CATO et al., 2013).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

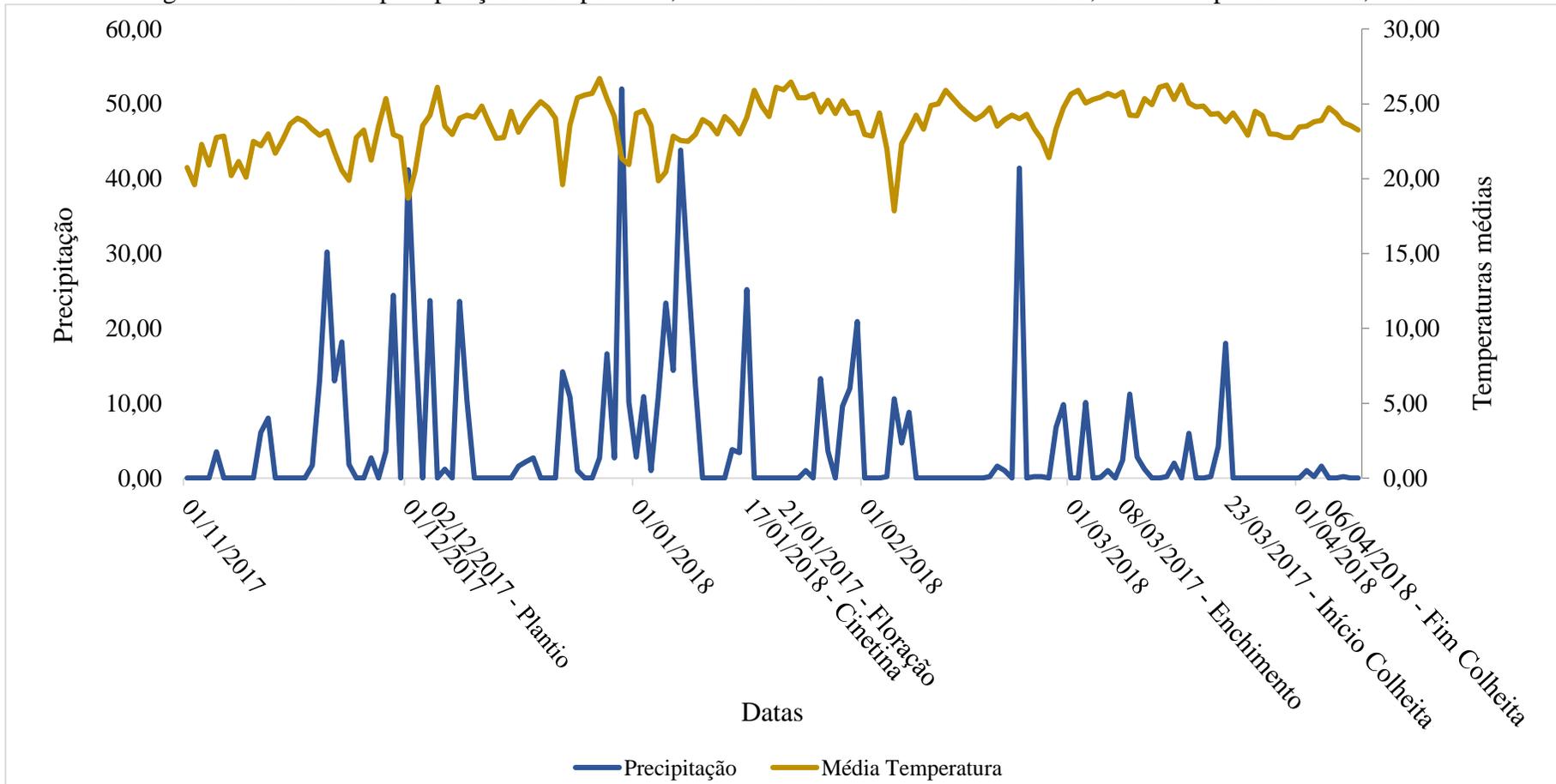
#### **3.1 Área experimental e dados climáticos**

O experimento foi instalado no ano agrícola 2017/2018, na Fazenda Milanez, no município de Itutinga, em Minas Gerais, Brasil, situado à latitude 21°23'01" Sul e longitude 44°39'00" Oeste, a uma altitude média de 969 metros.

Na ausência dos dados climáticos locais, optou-se por usar os referentes à cidade de Lavras (FIGURA 1), distante cerca de 50 Km do local do ensaio e principal município da microrregião, onde são coletados os dados climáticos regionais.

Segundo informações provenientes da Estação Meteorológica (21°75' sul e 45°00' oeste, 918,84 metros de altitude), a região possui média de precipitação pluviométrica média de 15 mm no mês mais seco, e de 340 mm no mais chuvoso. De acordo com a classificação internacional de Koeppen, o clima local é do tipo Cwb, temperado úmido (verão quente e inverno seco). No mês mais quente, a temperatura média é de 22,8 °C e no mais frio, de 16,7 °C. A média de temperatura anual é de 19,3 °C e a média anual de precipitação é de 1530 mm (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Figura 1 – Médias de precipitação e temperatura, de dezembro de 2017 a abril de 2018, no município de Lavras, MG.



Fonte: Adaptado de INMET (2019).

### 3.2 Instalação e condução do ensaio

O solo do local é classificado como do tipo cambissolo de textura argilosa (65% de argila), cujas características químicas encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Características químicas do solo amostrado na área experimental.

pH H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
6,3	2,8	96,0	2,5	1,0	0,1	3,9	3,5	4,3	6,0
dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>						%
MO	Prem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	V	
3,6	11,0	1,0	46,6	6,0	1,6	0,4	15,0	65,0	

Fonte: Adaptado de análise de solo realizada no Laboratório "John Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais (2017).

A semeadura ocorreu no dia 02/12/2017, em período chuvoso, com atraso em relação ao previsto em função da ocorrência de cerca de 20 dias de veranico no mês anterior. As cultivares foram previamente selecionadas considerando seus grupos de maturação (próximos entre si), população adequada de plantas e hábito de crescimento. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel como forma de armazenamento e também para melhor manuseio e distribuição nos sulcos no dia do plantio. Procedeu-se a dessecação prévia da área pela aplicação de glifosato e posterior abertura dos sulcos de semeadura, utilizando-se de tração mecanizada. As sementes receberam a inoculação no sulco de plantio com *Bradyrhizobium japonicum*, por meio de inoculante líquido na proporção de 1.200.000 bactérias por semente.

Foram seguidas as recomendações sobre densidade de plantio disponibilizadas pelas empresas detentoras das cultivares, garantindo o estande desejado de plantas por metro linear, considerando 90% de germinação em cada lote.

As parcelas experimentais foram constituídas por duas fileiras com 5,0 m de comprimento, e espaçamento de 0,50 metros, sendo descartados 0,5 m na extremidade de cada linha a título de bordadura, ficando a parcela com 4 m<sup>2</sup> de área útil. Foi adotado o delineamento experimental em parcelas subdivididas com 3 repetições, onde as parcelas foram constituídas pelas doses de cinetina.

Nas subparcelas foram utilizadas 4 cultivares comerciais de soja, sendo duas de hábito de crescimento determinado, a FPS Urano RR da Fundação Pró-Sementes com grupo de

maturidade 6.2, e a cultivar 5D690 RR da empresa Coodetec, com grupo de maturidade 6.9, e duas de hábito indeterminado, cultivar RK 6316 IPRO de grupo de maturidade 6.3 e RK 5813 RR de grupo de maturidade 5.8, ambas da empresa KWS.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo e as interpretações de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), utilizando-se 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-30-10. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi feito de acordo com as exigências da cultura, mediante incidência, com uso de produtos recomendados para a soja. Estando em uma mesma área, todos os tratamentos receberam os demais tratamentos culturais indispensáveis, quando necessário.

### **3.3 Doses de cinetina e aplicação**

Foram aplicadas 5 doses (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg ha<sup>-1</sup>, do produto comercial) via foliar, utilizando-se pulverizador costal motorizado, com pressão constante de 2,4 kgf.cm<sup>2</sup>, e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, realizada em 17/01/2018, no estágio V6 da cultura. A cinetina utilizada foi a fabricada pela Sigma-Aldrich, tendo sido preparada uma solução estoque, diluída em HCl 0,5 normal, completando-se o volume com 200 mL de água desmineralizada.

### **3.4 Características avaliadas**

- a) Teor de N na folha: foi determinado em amostras de 24 folhas por parcela coletadas no estágio R2 (FEHR; CAVINESS, 1977), retirando-se os trifólios expandidos no terço médio das plantas sem o pecíolo. Essas folhas foram secas em estufa a temperatura de 65 °C durante 72 horas ou até atingirem peso constante, sendo então moídas, e acondicionadas em sacos de papel para armazenamento em câmara fria até serem destinadas às análises de teor de nitrogênio.
- b) Altura de inserção do primeiro legume: foi mensurada por meio de uma régua aferida disposta ao lado da planta, obtendo o valor da distância do solo até o primeiro legume da planta (em cm), avaliando-se cinco plantas aleatórias por parcela na época de maturação fisiológica.

- c) Altura de plantas: foi utilizada uma régua aferida e disposta ao lado da planta, sendo obtido o valor da distância do solo até o ápice da planta (em cm), avaliando-se cinco plantas aleatórias por parcela na época de maturação fisiológica.
- d) Teor de clorofila: esses dados foram coletados em cinco plantas da parcela no estágio R4 (FEHR; CAVINESS, 1977), do terço médio das plantas, sendo utilizado o aparelho portátil SPAD 502, da empresa Konica Minolta.
- e) Número de legumes por planta: foram amostradas, por ocasião de colheita, 5 plantas por parcela, sendo realizada a contagem do número de legumes e cálculo da média.
- f) Número sementes por planta: após a contagem do número de legumes, esses foram abertos para determinação do número de sementes.
- g) Peso de cem sementes (g): corrigida a umidade para 13%, foi determinado para cada parcela usando as mesmas amostras obtidas para a determinação do número de sementes por planta.
- h) Maturação absoluta: 90% das plantas da parcela apresentando-se em estágio R8.
- i) Índice de acamamento: o índice de acamamento foi determinado de acordo com a escala proposta por Bernard et al (1965), atribuindo notas de 1 a 5 de acordo com a seguinte classificação:
  - 1 = todas as plantas eretas;
  - 2 = algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas;
  - 3 = todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25 a 50% acamadas;
  - 4 = todas as plantas severamente inclinadas ou 50 a 80% acamadas e;
  - 5 = todas as plantas acamadas.
- j) Produtividade de Grãos: a produtividade de grãos foi determinada a partir da colheita das duas linhas de cada parcela. Do peso de grãos obtidos em cada parcela corrigiu-se a umidade para 13%, obtendo-se assim, a produtividade que, por sua vez, foi transformada em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 3.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados com o programa SISVAR<sup>®</sup> e submetidos ao teste F pela análise de variância (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade e os efeitos dos tratamentos quando quantitativos e significativos foram submetidos à análise de regressão.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância e quadrados médios, apresentados nas Tabelas 4 e 5, verificou-se que as características altura de plantas (ALT), inserção do primeiro legume (INS), número de legumes por planta (NLP) e número de sementes por planta (NSP), não alteraram significativamente com aplicações em quaisquer das concentrações utilizadas. Na Tabela 4, observa-se que a cinetina apresentou efeito significativo sobre os dias para maturação (DPM), enquanto que a Tabela 5 apresenta significância para teor de clorofila (índice SPAD) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Não houve diferenças no acamamento das parcelas.

Bertolin et al. (2010) não encontraram diferenças significativas para altura de plantas e altura de inserção do primeiro legume, sob aplicação de doses do biorregulador comercial Stimulate<sup>®</sup> (composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico). Utilizando o mesmo produto, Batista Filho et al. (2013) avaliaram o efeito de diferentes concentrações aplicadas às sementes e não obtiveram resultados significativos para altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, e número de grãos registrando incremento de produtividade na ordem de 39,4%.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância dos dados relativos a altura de plantas (ALT), altura de inserção do primeiro legume (INS), dias para maturação (DPM), número de legumes por planta (NLP) e número de sementes por planta (NSP), obtidos no experimento com doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		ALT	INS	DPM	NLP	NSP
Cinetina (CIN)	4	3,44	7,99	14,81*	497,34	2278,00
Bloco	2	93,04	4,62	5,15	376,77	2203,00
Erro a	8	21,69	2,66	3,23	172,57	630,80
Cultivar (CULT)	3	830,20**	27,57**	211,87**	3104,15**	5796,5**
CIN * CULT	12	21,36	2,76	1,80	47,91	273,20
Erro b	30	20,3	2,08	2,13	163,79	700,40
CV 1 (%)		5,88	11,65	1,5	23,36	20,66
CV 2 (%)		5,69	10,3	1,22	22,76	21,77

\* e \*\* significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Do autor (2019).

Passos et al. (2011) testaram diferentes doses de cinetina sobre a cultivar BRSGO Luziânia, no estádio R3, não verificando significância quanto à altura de plantas e altura de inserção do primeiro legume, o que pode ser explicado pelo fato da aplicação ter ocorrido quando essas características já estavam estabelecidas. Entretanto, constataram resultados positivos da aplicação sobre o número de legumes por planta, com aumento de 20,7% de legumes fixados na dosagem de 1000 mg ha<sup>-1</sup>. Para Liu, Jensen e Andersen (2004), a deficiência de fotoassimilados ou de citocininas nos legumes é uma das principais hipóteses do abortamento dos mesmos em soja.

Tabela 5 – Resumo das análises de variância dos dados relativos ao teor de nitrogênio foliar (NIT), clorofila (CLO), peso de cem sementes (PCS) e produtividade (PROD), obtidos no experimento com doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018.

Fontes de Variação	Quadrados médios				
	GL	NIT	CLO	PCS	PROD
Cinetina (CIN)	4	1,41	27,24*	0,96	1,96**
Bloco	2	0,31	1,98	0,16	0,06
Erro a	8	0,81	5,42	0,35	0,16
Cultivar (CULT)	3	0,29**	13,04*	16,25**	2,44**
CIN * CULT	12	0,08*	13,14**	0,23*	0,85
Erro b	30	0,03	3,60	0,09	0,45
CV 1 (%)		15,17	5,33	3,34	8,24
CV 2 (%)		2,96	4,34	1,65	13,90

\* e \*\* significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Do autor (2019).

As cultivares, por sua vez, alteraram significativamente todas características analisadas. Interações significativas entre doses e cultivares foram observadas para teor de nitrogênio (NIT), de clorofila (CLO), e peso de cem sementes (PCS) (TABELA 5).

Abrantes et al. (2011) avaliaram os efeitos da aplicação de diferentes dosagens de bioestimulante composto por cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico, em diferentes épocas e sobre duas cultivares de feijão nos estádios V4 e R5, porém, não encontraram significância nos resultados relativos tanto a número de grãos por vagem quanto a massa de 100 grãos.

São apresentados na Tabela 6, dados referentes ao desempenho de cada cultivar utilizada e suas respectivas médias. A cultivar FPS URANO RR foi superior às demais nos caracteres dias para maturação, número de legumes por planta, número de sementes por planta, contudo, foi a de menor produtividade com menor proporção de sementes por legume. É importante ressaltar que essa cultivar além de mostrar maiores valores para número de legumes e sementes, caracteriza-se como a mais precoce (116 dias para maturação), o que lhe confere potencial no que tange à janela de plantio de safrinha de milho.

Tabela 6 – Valores médios para altura de plantas (ALT), altura de inserção do primeiro legume (INS), dias para maturação (DPM), número de legumes por planta (NLP), número de sementes por planta (NSP) e produtividade (PROD), para as diferentes cultivares e doses utilizadas no experimento doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018.

Cultivares	ALT	INS	DPM	NLP	NSP	PROD
FPS URANO RR	76,51 b	13,91 b	116 a	77,67 a	150,40 a	4.506,7 b
5D690 RR	89,44 a	15,80 a	124 d	51,36 b	117,61 b	5.411,3 a
RK 5813 RR	78,91 b	12,51 c	117 b	48,76 b	107,86 b	4.617,7 b
RK 6316 IPRO	71,87 c	13,78 b	121 c	47,19 b	110,41 b	4.811,7 b
Médias	79,18	14,00	120	56,25	121,57	4.836,90
Cinetina (mg ha <sup>-1</sup> )						
0	79,53 a	13,42 a	119 a	49,24 a	106,71 a	4.356,25 b
500	78,75 a	13,81 a	120 b	56,30 a	123,98 a	4.491,67 b
1000	79,67 a	15,14 a	117 a	51,83 a	111,11 a	4.931,67 a
1500	79,50 a	14,50 a	120 b	65,97 a	141,99 a	5.318,33 a
2000	78,47 a	13,14 a	120 b	57,83 a	124,06 a	5.086,25 a
Médias	79,18	14,00	119,70	56,25	121,57	4.836,90
CV 1 (%)	5,88	11,65	1,50	23,36	20,66	8,24
CV 2 (%)	5,69	10,30	1,22	22,76	21,77	13,90

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

A dose de 1000 mg há foi a mais eficiente, e não diferiu estatisticamente da testemunha quanto ao número de dias para a maturação.

Gesteira et al. (2015), estudando a adaptabilidade de 25 cultivares precoces de soja à região sul de Minas Gerais, observaram variação de até 34 dias de diferença na maturação entre as cultivares, tendo a mais precoce alcançado o estágio de colheita aos 120 dias.

A cultivar 5D690 RR alcançou maior altura, incluindo maior altura de inserção do primeiro legume. Isto pode estar ligado a questões genéticas bem como a um período vegetativo superior ao das demais, o que é observado pela maior média de dias para a maturação. Em seguida estão as cultivares RK 5813 RR e RK 6316 IPRO que não apresentaram grandes diferenças quando comparadas as demais. Cabe destacar essa última, por ter obtido melhor relação entre número de sementes por legume, com média de 2,34 grãos.

#### 4.1 Nitrogênio

Nitrogênio, clorofila e peso de cem sementes alteraram significativamente pela interação doses x cultivares, e os resultados médios encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados médios de teor de nitrogênio (NIT), clorofila (CLO), e peso de cem sementes (PCS) obtidos no experimento doses de cinetina em diferentes cultivares de soja. Itutinga - MG, 2017/2018.

Cultivares	Doses de Cinetina (mg ha <sup>-1</sup> )					Médias	
	0	500	1000	1500	2000		
NIT	FPS URANO RR	5,95 Aa	5,05 Ab	6,27 Aa	6,50 Aa	5,09 Ab	5,78 A
	5D690 RR	5,68 Aa	5,59 Aa	6,14 Aa	6,14 Aa	5,55 Aa	5,82 A
	RK 5813 RR	6,00 Aa	5,95 Aa	6,41 Aa	6,55 Aa	5,55 Aa	6,09 A
	RK 6316 IPRO	6,14 Aa	5,82 Aa	6,36 Aa	6,50 Aa	5,64 Aa	6,09 A
	Médias	5,94 a	5,60 a	6,30 a	6,42 a	5,46 a	
CLO	FPS URANO RR	38,27 Bb	40,33 Ba	49,27 Aa	43,80 Ba	42,50 Ba	42,83 B
	5D690 RR	41,60 Aa	42,57 Aa	43,87 Ab	43,97 Aa	44,33 Aa	43,27 A
	RK 5813 RR	42,67 Aa	44,57 Aa	42,07 Ab	45,00 Aa	44,83 Aa	43,83 A
	RK 6316 IPRO	44,33 Aa	43,10 Aa	46,43 Aa	45,43 Aa	45,63 Aa	44,98 A
	Médias	41,71 a	42,64 a	45,41 a	44,55 a	44,32 a	
PCS	FPS URANO RR	18,82 Ba	18,67 Ba	19,71 Aa	19,47 Aa	19,39 Aa	19,21 B
	5D690 RR	17,16 Bc	16,97 Bc	17,29 Bc	17,48 Bb	18,03 Ab	17,39 B
	RK 5813 RR	17,16 Ac	16,12 Bd	16,75 Ad	16,77 Ac	17,01 Ac	16,76 A
	RK 6316 IPRO	17,94 Ab	17,75 Ab	18,09 Ab	17,77 Ab	18,11 Ab	17,93 A
	Médias	17,77 b	17,38 c	17,96 c	17,87 b	18,14 b	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferiram estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Na análise do desdobramento das doses de cinetina dentro de cada cultivar, percebe-se que ocorreram poucas diferenças significativas para nitrogênio e clorofila, ou seja, as doses não interferiram diretamente no metabolismo das plantas a ponto de induzi-las a apresentar maior concentração desses elementos.

Diferenças são observadas ao analisar as cultivares relacionadas a cada dosagem do fitorregulador, sendo que as doses de 500 mg ha<sup>-1</sup> e 2000 mg ha<sup>-1</sup> causaram redução significativa nos teores de nitrogênio.

As cultivares 5D 690 RR, RK 5813 RR e RK 6316 IPRO foram estatisticamente iguais quando submetidas à dose de 500 mg ha<sup>-1</sup>, alcançando as maiores médias do teor do macronutriente nas folhas. O mesmo comportamento é observado quando da aplicação da dosagem de 2000 mg ha<sup>-1</sup>. A cultivar FPS URANO RR apresentou valores aproximados tanto sob a aplicação da menor quanto da maior dosagem de efeito significativo, com médias inferiores de nitrogênio nos tecidos.

## 4.2 Clorofila

Diretamente ligada ao nitrogênio e de ação influenciada pela concentração e disponibilidade do nutriente, as moléculas de clorofila têm papel fundamental na fotossíntese e produção de assimilados pelas plantas e, portanto, sua mensuração por si só, se explica. As citocininas bem como a cinetina exercem influência direta na síntese dessas moléculas e os efeitos estudados no ensaio são descritos abaixo.

A utilização do clorofilômetro é importante, pois permite avaliar o estado nutricional das plantas no que diz respeito aos teores de clorofila e que podem ser associados aos teores de nitrogênio, com obtenção da informação em tempo real (ARGENTA et al., 2001).

O desdobramento das diferentes cultivares para cada dose, evidencia que a cultivar FPS URANO RR apresenta diferenças de aplicação de cinetina e na interação com a dose de 1000 mg ha<sup>-1</sup>, destacando-se das demais, ainda que semelhante à RK 6316 IPRO com valores de 49,27 e 46,43 spad, respectivamente (TABELA 7).

Esses resultados eram até certo ponto esperados, pois as citocininas podem gerar expansão foliar (TAIZ et al., 2017). Com o aumento de área foliar pode ocorrer elevação da taxa assimilatória líquida (TAL), que se refere ao balanço entre os produtos da fotossíntese e aquele perdido por meio de respiração, ou seja, trata-se da fotossíntese líquida e representa o

aumento de matéria seca por unidade de superfície de área foliar disponível à planta, durante intervalo pré-determinado de tempo (HUNT et al., 2002).

### **4.3 Peso de cem sementes**

Como exposto na Tabela 7, o peso de cem sementes de cada cultivar variou em função de todas as dosagens aplicadas, com destaque para a cultivar FPS URANO RR, que sob todas doses testadas, apresentou valores mais elevados e significativos quando comparada às demais cultivares.

Num segundo plano situa-se a cultivar RK 6316 IPRO, que apresentou também em todas as doses valores superiores a RK 5813 RR. Utilizando citocininas sintéticas, Dyer et al. (1986) e Carlson et al. (1987) observaram resultados similares, que podem ter ocorrido em função do acúmulo de matéria seca que se inicia nas partes vegetativas. Segundo Ritchie et al. (1997) o acúmulo de matéria seca é revertido gradativamente aos legumes e grãos em formação entre R3 e R5.

Ao analisarem o uso de citocinina no cultivo de legumes em meio de cultura, Nascimento e Mosquim (2004) observaram o incremento de 6,3% no peso seco das sementes de soja, deduzindo que o hormônio pode estimular o transporte de assimilados às sementes, além da possibilidade de expansão celular nas mesmas.

Com o objetivo de verificar os efeitos da aplicação do bioestimulante Stimulate® via sementes e foliar, Klahold et al. (2006) testaram 12 tratamentos, alternando entre épocas de aplicação e diferentes dosagens. Com relação ao peso de cem sementes, os autores não encontraram efeitos significativos, e sim, negativos, para alguns tratamentos, que resultaram em médias menores que a testemunha. Explica-se que o ocorrido foi em função do aumento do número de grãos por legumes, que são fontes de dreno, ou seja, houve maior competição por fotoassimilados e, conseqüentemente, formaram-se grãos de menor massa.

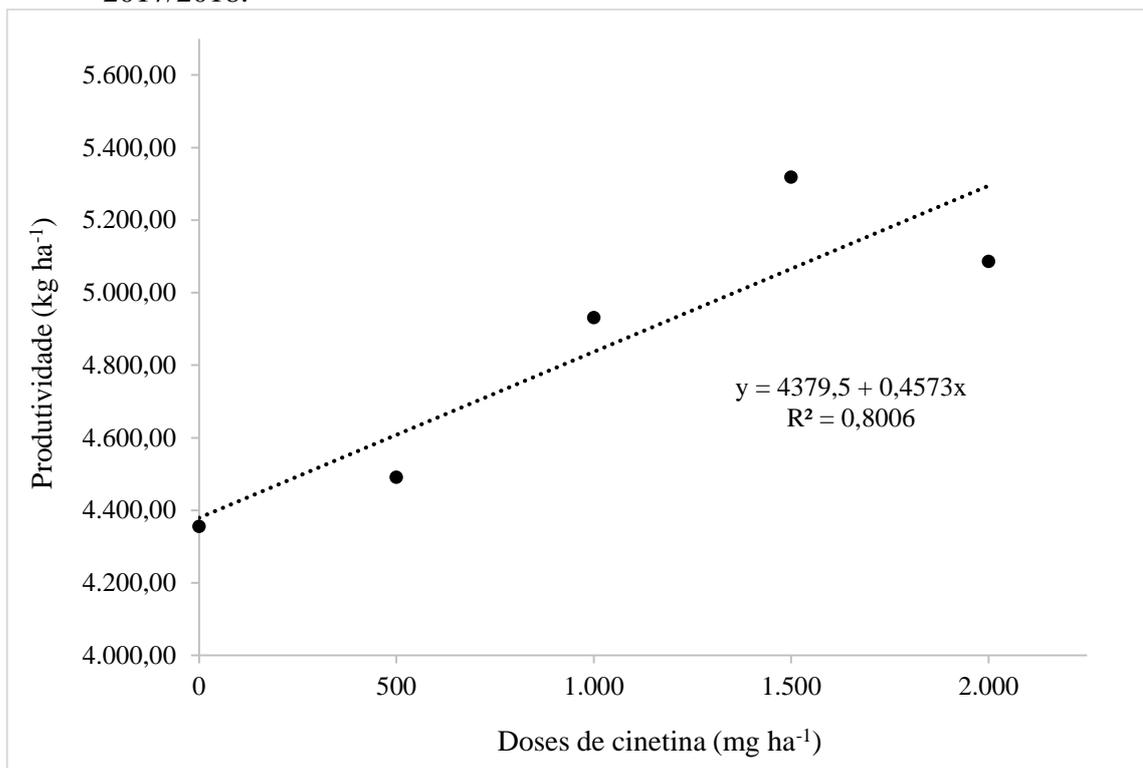
### **4.4 Produtividade**

A produtividade das cultivares foi crescente e melhor ajustada ao modelo linear em relação as dosagens aplicadas (FIGURA 2). Em função da área experimental ter recebido cultivos, palhada e adubações corretivas ao longo dos anos, a testemunha já apresentou valores de produtividade elevados se comparado à média nacional, que é de 3.394 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB,

2018). A partir da dose de 500 mg ha<sup>-1</sup> e a cada dose superior, a produtividade das cultivares continuou apresentando evolução. Em relação a produtividade, a aplicação da cinetina via foliar proporcionou ganhos significativos com um incremento médio de 13,8% (601 kg ha<sup>-1</sup>) em relação ao tratamento testemunha. A maior média obtida ocorreu com a dose de 1500 mg ha<sup>-1</sup> (5318,33 kg ha<sup>-1</sup>) e proporcionou ganho de 22,08% (962 kg ha<sup>-1</sup>), correspondendo a 16 sacos/ha.

Resultados semelhantes foram obtidos em condições de campo por Soares et al. (2017), quando avaliaram a aplicação de cinetina na dose de 50 mg ha<sup>-1</sup> em diferentes estádios de desenvolvimento da soja, constatando que o melhor tratamento ocorreu quando a pulverização via foliar foi realizada no estágio V6 da cultivar NS 7114 RR, o que rendeu 20% a mais de produtividade em relação à testemunha.

Figura 2 – Variação da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função das doses de cinetina. Itutinga - MG, 2017/2018.



Fonte: Do autor (2019).

A aplicação da dose de 2000 mg ha<sup>-1</sup>, que apresentou produtividade superior a 50% da média nacional, não pode ser tida como o limite máximo a se aplicar na cultura, pois, ainda que sua média tenha sido menor em relação a aplicação de 1500 mg ha<sup>-1</sup>, a linha de tendência linear pode ser um indicativo de que dosagens maiores podem causar efeitos benéficos. Assim sendo, novos estudos devem ser elaborados, recomendando-se a utilização de outras fontes de

citocininas sintéticas, além de mais cultivares, o que contribuirá para melhor compreensão das interações ou não, entre diferentes genótipos.

Passos et al. (2011) avaliaram o efeito da aplicação de diferentes doses de cinetina (0, 250, 500, 750 e 1000 mg ha<sup>-1</sup>) na mesma região e verificaram que a aplicação via foliar proporcionou incrementos médios na produtividade de 22,5% (718 kg ha<sup>-1</sup>) quando comparado à testemunha e a maior dose aplicada rendeu ganhos de 32,3% (1030 kg ha<sup>-1</sup>).

Incrementos com esses produtos são consistentes com dados da literatura, observados em soja por diversos autores como Cho et al. (2002), Liu et al. (2004), Yashima et al. (2005) e Nonokawa et al. (2007). A fim de testar a aplicação de dois fitorreguladores (BAP e 2,4-DP) em duas épocas (R1 e R3) e sobre duas cultivares ('Manlee' e 'Pungsan') em condições de campo, Cho et al. (2002) observaram efeitos significativos na produção de grãos por planta somente com o uso da citocinina sintética BAP, aplicada no estágio R3 sobre a cultivar 'Pungsan'.

Os maiores incrementos no presente trabalho, foram obtidos com as maiores doses aplicadas, e esses resultados podem ser devido ao fato da cinetina ser compartimentada nas folhas passando a ficar indisponível para atividade (TAIZ et al., 2017). Assim sendo, torna-se necessário o uso de doses ainda maiores do fitorregulador para que o mesmo se encontre ativo e disponível para sua adequada atividade.

Quanto às cultivares utilizadas, houve variação significativa de produtividade apenas para a cultivar 5D690 RR, que proporcionou aumento no rendimento de 16,5% (767 kg ha<sup>-1</sup>) superior à média das três cultivares. Esses resultados diferem dos observados por Bertolin et al. (2010) que não encontraram diferenças significativas na produtividade de duas cultivares de soja (Conquista e Valiosa RR) sob diferentes doses do biorregulador Stimulate<sup>®</sup>, verificando incrementos de 40% quando da aplicação via sementes e de 37% via foliar para ambas as cultivares sobre a testemunha.

As altas produtividades alcançadas podem ser justificadas pelo histórico de produção da área onde foi realizado o experimento, que há anos recebe sucessivos cultivos, correções de solo e adubações, o que proporciona condições adequadas de solo e disponibilidade de nutrientes de maneira adequada, contando ainda com boas condições climáticas para o cultivo de culturas anuais ao longo de todo o ano.

#### 4.5 Estudo das despesas e receitas da aplicação de cinetina

Com a globalização, o advento de novas tecnologias, e a internacionalização econômica, é necessário que as empresas se reorganizem no que tange à gestão empresarial a fim de se colocarem compatíveis com os padrões internacionais de qualidade e produtividade exigidos pelo mercado mundial. Em meio a competitividade, estratégias e ferramentas de gerenciamento são importantes para analisar a consistência e rentabilidade dos resultados. Portanto, a gestão de custo é um dos focos principais, além de um requisito essencial para a ‘saúde’ de uma empresa, pois, o lucro real nem sempre está presente na realidade das organizações (SANTOS, 2011).

As propriedades agrícolas variam muito em área, sendo que existem pequenos e grandes produtores trabalhando com soja, milho, feijão, café, dentre outras culturas. Diante disto, é fundamental que os produtores tenham controle de suas contas, pois, uma abordagem minuciosa da movimentação financeira das atividades pode ser fator preponderante para a obtenção de lucros ou prejuízos. Assim sendo, a ação da cinetina no presente experimento foi valorada com o intuito de se estudar a viabilidade de sua utilização em termos econômicos.

De acordo com dados da Tabela 8 pode-se observar que a aplicação de cinetina no estádio V6 da cultura da soja resultou em aumento das margens de lucro por hectare, e também da receita bruta. Para os cálculos foi considerado o valor de R\$75,48 para a saca de soja de 60 kg, com base na média dos últimos 5 anos (CEPEA, 2019). A cinetina utilizada foi adquirida pelo valor de R\$ 853,00 no frasco contendo 5 gramas.

Tabela 8 – Análise de viabilidade financeira da aplicação de cinetina via foliar na cultura da soja. Itutinga - MG, 2017/2018.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Aumento relativo (%)	Custo cinetina (R\$)*	Acréscimo de produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Acréscimo de receita (R\$)	Lucro (R\$)
0	4.356	100				
500	4.491	103	85,30	135	169,83	84,53
1000	4.931	113	170,60	575	723,10	552,50
1500	5.318	122	255,90	962	1209,94	954,04
2000	5.086	117	341,20	730	918,59	577,39

\*Segundo cotação realizada à época da aplicação.

Fonte: Do autor (2019).

Pode-se concluir que os lucros foram expressivos, sendo que os ganhos são por hectare, ou seja, das propriedades consideradas pequenas àquelas consideradas grandes, os ganhos podem ser bastante significativos dando aos produtores não só um maior potencial de melhoria na lavoura, como aumentando a possibilidade de um retorno econômico que pode ser fundamental no balanço financeiro.

Embora as doses de 1000, 1500 e 2000 mg ha<sup>-1</sup> não tenham apresentado diferenças significativas de produtividade, a indicação de 1500 mg ha<sup>-1</sup> parece ser a mais interessante, pois proporcionou maior lucro.

Desse modo, a aplicação de cinetina se mostra uma prática promissora que aliada às novas técnicas e tecnologias de aplicação, com base em agricultura de precisão, tem potencial de desenvolvimento para o uso comercial em diversas condições e culturas. Ressalta-se que a aplicação em diferentes fases fenológicas pode proporcionar diferentes respostas quando comparadas às obtidas nesse trabalho, logo, o estudo das diferentes épocas de aplicação é importante para aumentar a quantidade e qualidade das informações disponíveis.

O estudo da compatibilidade e eficiência dos fitorreguladores quando associados a bioestimulantes, fungicidas, adubos foliares, dentre outros, deve ser base de hipótese para novas pesquisas. A viabilidade de aplicação de acordo com os maquinários utilizados, combustível e profissional para essas operações, também podem ser avaliadas para que sejam geradas e difundidas mais informações aos produtores.

A dose de 2000 mg ha<sup>-1</sup> não pode ser definida como a maior a se aplicar na cultura, pois, a linha de tendência linear pode ser um indicativo de que dosagens maiores podem causar efeitos benéficos. Novos estudos devem ser elaborados, recomendando-se a utilização de outras fontes de citocininas, além de mais cultivares, o que contribuirá para melhor compreensão das interações ou não, entre diferentes genótipos.

## 5 CONCLUSÃO

As doses de cinetina aplicadas alteram significativamente as características dias para maturação, teor de clorofila e produtividade.

A altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, dias para maturação, número de legumes, número de sementes, teor de nitrogênio, clorofila, e peso de cem sementes, são alteradas significativamente pelas cultivares testadas.

A cultivar FPS URANO RR apresenta menor número de dias para maturação (116 dias), evidenciando potencial de utilização no contexto de milho safrinha.

A cultivar 5D690 RR sobressaiu às demais com produtividade de 5411 kg ha<sup>-1</sup>.

A dose de 1000 mg ha<sup>-1</sup> é a mais eficiente para o conjunto de características: DPM, NIT, CLO, PCS e PROD.

A dose de 1500 mg ha<sup>-1</sup> é a de maior margem de lucro.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F.B.; SÁ, M.E.; SOUZA, L.C.D.; SILVA, M.P.; SIMIDU, H.M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; FILHO, W.V.V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.
- ALAZEM, M.; LIN, N.S. Roles of plant hormones in the regulation of host–virus interactions. **Molecular plant pathology**, v. 16, n. 5, p. 529-540, 2015.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; BARBOSA, M.C.; RICCI, T.T.; ALBRECHT, A.J.P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, 2009.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. **Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Publicatio UEPG**, Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias, v. 6, n. 1, 2000.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.F.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STULP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008.
- BATISTA FILHO, C.G.; MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M.H.; SILVA, E.S. Efeito do Stimulate® nas características agrônômicas de soja. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 4, p. 76-86, 2013.
- BERNARD, R.L.; CHAMBERLAIN, D.W.; LAWRENCE, R.D. **Results of the cooperative uniform soybean tests**. Washington: Usda, 1965. p 217-221.
- BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; JUNIOR, E.F.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F. L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- CAMPOS, M.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, 2009.
- CARLSON, D.R.; DYER, D.J.; COTTERMAN, C.D.; DURLEY, R.C. The physiological basis for cytokinin induced increases in pod set in 1X93-100 soybeans. **Plant Physiology**, Rockville, v. 84, p. 233-239, 1987.
- CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; KONDO, J.I.; SABINO, J.C.; JÚNIOR, A. P.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, v. 53, n. 2, 1994.

CATO, S.C.; MACEDO, W.R.; PERES, L.E.P.; CASTRO, P.R.C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 549-553, 2013.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Preços Agropecuários: Soja** – Indicador da soja ESALQ/BM&FBOVESPA - Paranaguá. Piracicaba. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CHO, Y.; SUH, S.K.; PARK, H.K.; WOOD, A. Impact of 2, 4-DP and BAP upon pod set and seed yield in soybean treated at reproductive stages. **Plant Growth Regulation**, v. 36, n. 3, p. 215-221, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**, Safra 2018/2019, v. 6, n. 3, dezembro de 2018. 127 p. Brasília. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal – Soja**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuaria-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-soja>>. Acesso em: 04 fev. 2019.

DANTAS, A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DYER, D.; CARLSON, D.R.; COTTERMAN, C.D.; SIKORSKI, J.A. The role of cytokinin in soybean pod set regulation. **Plant Growth Regulation**, St. Petersburg Beach, p. 130, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014**. Embrapa Soja, Londrina, 2013. 266 p. (Sistemas de Produção, 16).

GESTEIRA, G.S.; ZAMBIAZZI, E.V.; BRUZI, A.T.; SOARES, I.O.; REZENDE, P.M.; SILVA, K.B. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, 2015.

FAGAN, E.B.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; JUNIOR, A.C.; NETO, D.D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. 302 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, Special Report 80, 1977.12 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, S.L.; RODRIGUES, J.D.; CARNEIRO, J.P.C.; SILVA, A.A.; LIMA, M.B. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 11, p. 1432-1439, 2013.

HAEGELE, J.W.; BELOW, F.E. **The six secrets of soybean success**: improving management practices for high yield soybean production. USA: Illionis Soybean Association. Illionis, 2013. p.14.

HUNT, R.; CAUSTON, D.R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A.P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, p. 485-288, 2002.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

JIANG, H.; EGLI, D.B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 2, p.221-225, 1993.

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

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

LIU, F.; JENSEN, C.R.; ANDERSEN, M.N. Pod set related to photosynthetic rate and endogenous ABA in soybeans subjected to different water regimes and exogenous ABA and BA at early reproductive stages. **Annals of Botany**, v. 94, n. 3, p. 405-411, 2004.

MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, 2008.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P.R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 573-579, 2004.

NETO, D.D.; DARIO, G.J.A.; JÚNIOR, P.A.V.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, 2004.

NONOKAWA, K.; KOKUBUN, M.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, T.; YOSHIDA, R. Roles of auxin and cytokinin in soybean pod setting. *Plant Production Science*, Tokyo, v. 10, n. 2, p. 199-206, 2007.

O'BRIEN, J.A.; BENKOVÁ, E. Cytokinin cross-talking during biotic and abiotic stress responses. **Frontiers in plant science**, v. 4, 2013.

PASSOS, A.M.A.; REZENDE, P.M.; ALVARENGA, A.A.; BALIZA, D.P.; DAVIES, E.R.; ALCÂNTARA, H.P. Yield per plant and other characteristics of soybean plants treated with kinetin and potassium nitrate. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 965-972, 2011.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Special Report 53, 1997.

SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

SANTOS, W. A importância do estudo de viabilidade econômica para as empresas. **Varginha online**, 2011. Disponível em: <[http://www.varginhaonline.com.br/coluna/exibe\\_artigo.asp?codigo=1535](http://www.varginhaonline.com.br/coluna/exibe_artigo.asp?codigo=1535)>. Acesso em: 27 dez. 2018.

SOARES, L. H.; NETO, D. D.; FAGAN, E. B.; TEIXEIRA, W. F.; PEREIRA, I. S. **Physiological, phenometric and productive changes in soybean crop due to the use of kinetin**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 47, n. 1, p. 80-86, 2017.

TAIZ, L.; ZIEGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. **Ação de Stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP, Departamento de Ciências Biológicas, 2002.

YANG, J.C.; ZHANG, J.H.; WANG, Z.Q.; ZHU, Q.S.; LIU, L.J. Involvement of abscisic acid and cytokinins in the senescence and remobilization of carbon reserves in wheat subjected to water stress during grain filling. **Plant, Cell & Environment**, v. 26, n. 10, p. 1621-1631, 2003.

YASHIMA, Y.; KAIHATSU, A.; NAKAJIMA, T.; KOKUBUN, M. Effects of source/sink ratio and cytokinin application on pod set in soybeans. **Plant Production Science**, Tokyo, v. 8, n. 2, p. 139-144, 2005.

ZWACK, P.J.; RASHOTTE, A.M. Interactions between cytokinin signalling and abiotic stress responses. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 16, p. 4863-4871, 2015.