



**INARA ALVES MARTINS**

**LACTOFEN E CITOCININA NA PRODUTIVIDADE DE  
GRÃOS EM SOJA**

**LAVRAS – MG  
2019**

**INARA ALVES MARTINS**

**LACTOFEN E CITOCININA NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM 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. Silvino Guimarães Moreira  
Orientador

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi  
Coorientador

**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).

Martins, Inara Alves.

Lactofen e citocinina produtividade de grãos em soja / Inara  
Alves Martins. - 2019.

50 p. : il.

Orientador(a): Silvino Guimarães Moreira.

Coorientador(a): Adriano Teodoro Bruzi.

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

Bibliografia.

1. Glycine Max. 2. Regulador de crescimento. 3. Inibidores da  
protox. I. Moreira, Silvino Guimarães. II. Bruzi, Adriano Teodoro.  
III. Título.

**INARA ALVES MARTINS**

**LACTOFEN E CITOCININA NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA**

**LACTOFEN AND CYTOKININ IN THE PRODUCTIVITY OF GRAINS IN SOY**

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 27 de fevereiro de 2019.

Dra. Flávia Carvalho Santos      REHAGRO

Dr. Paulo Eduardo Marchiori      UFLA

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira  
Orientador

**LAVRAS – MG**  
**2019**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por estender suas mãos e me dar força e incentivo para continuar esta caminhada, me guiando com a certeza de nunca estar sozinha.

A toda a minha família, especialmente aos meus pais, Rejane e Vantuir, pelo amor incondicional, incentivo, apoio e carinho, por estarem sempre ao meu lado acreditando na realização deste sonho.

Aos meus avós, Joaquim, Maria Luzia, Francisco e Rosa (*in memoria*), onde quer que estejam, foram exemplos de pessoas simples e batalhadoras que nunca desistiram e, se estivessem comigo neste momento, se encheriam de orgulho, a saudade é maior que tudo.

A minha avó Cleusa, por ser exemplo de força, luta e perseverança, pelas orações e incentivo. Aos meus padrinhos, Maria Aparecida e José Hamilton, pelo apoio, orações, e por estarem sempre ao meu lado. A todos os meus familiares, tios, tias, primos e primas, pela torcida, pelo apoio, amizade e confiança.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para a realização dos trabalhos desenvolvidos durante o mestrado.

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

Ao professor e orientador Dr. Silvino Guimarães Moreira, por me acolher durante o período do mestrado, não só como orientador, mas também como amigo. Por todos os ensinamentos, por ser um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

Ao professor e coorientador Dr. Adriano Teodoro Bruzi, por ter ajudado no desenvolvimento do trabalho, por todos os ensinamentos e por ser exemplo de pessoa e profissional.

Aos demais membros da banca examinadora: Dra. Flávia Carvalho Santos, Dr. Paulo Eduardo Marchiori, Dr. Cléber Lázaro Rodas e Dr. Elifas Nunes de Alcântara, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições.

Aos demais professores dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras, pelos conhecimentos a mim transmitidos ao longo desta jornada.

Aos funcionários do Setor de Grandes Culturas, pela colaboração e ajuda nos trabalhos de campo. À Marli dos Santos Túlio, secretária do programa de Pós-Graduação Agronomia/Fitotecnia, por todo o apoio, amizade e paciência, durante o período do mestrado.

Aos amigos do G-map, por toda a ajuda para a realização deste trabalho, por todos os conhecimentos compartilhados, pelo companheirismo e momentos que passamos juntos. Em especial, à Carine, Guilherme, Alessandro e Aline, por todos os bons momentos vividos, conselhos, por toda a torcida, e por serem irmãos de coração que levarei para a vida toda.

Aos meus amigos de graduação e irmãos de coração, Flaviane, Rafaela Ap, Rafaela C., Danielle, Rodolfo, Ewerton, Maiara, Victor, Vinicinho e Reberth, pela paciência, amizade, companheirismo, honestidade, incentivos e bons momentos vividos.

A todos que de alguma forma ajudaram na realização desse trabalho.

**MUITO OBRIGADA!!!**

## RESUMO

Nas últimas décadas, houve grande avanço no cultivo de soja no Brasil, com aumento de cerca de 1 milhão de hectares ano<sup>-1</sup>. Também houveram ganhos em produtividade, devido ao lançamento de novas cultivares mais produtivas, como também pela melhoria no manejo. Constantemente surgem novas tecnologias que devem ser validadas pela pesquisa. Um exemplo é o caso do uso do lactofen, que vem sendo aplicado pelos produtores, nas mais variadas condições, objetivando o aumento de produtividade. Dessa forma, objetivou-se estudar a influência do uso de lactofen como regulador de crescimento e do fitohormônio cinetina, nos caracteres morfo-agronômicos e na produtividade de cultivares de soja, com diferentes grupos de maturidade. Os experimentos foram conduzidos em três locais, sendo as lavouras situadas nos municípios de Lavras-MG, Itutinga-MG e Nazareno-MG, durante a safra agrícola 2017/2018. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (5 x 6), adotando-se quatro repetições. A parcela principal correspondeu a cinco tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 + 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e a testemunha; a sub parcela foi composta por seis cultivares: M6410 IPRO, M5917 IPRO, NS6909 IPRO, NS7670 RR, BMX Lança IPRO, e Produza IPRO. Os tratamentos foram aplicados em pós-emergência, quando as plantas estavam no estágio fenológico V6. Foram realizadas as avaliações de acamamento, altura de plantas, número de nós por planta, número de ramos por planta, número de legumes por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a aplicação de lactofen na dose de 144 g ha<sup>-1</sup> em V6 propiciou modificações nas características morfo agronômicas das cultivares estudadas; sendo que a aplicação de lactofen resultou em um incremento de 5,2 sacas de soja, quando comparado ao tratamento controle. As cultivares mais produtivas foram a NS 7670 RR e M 6909 IPRO.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill. Regulador de crescimento. Componentes de produção. inibidores da protox. Dominância apical.

## ABSTRACT

In the last decades there has been a great advance in the cultivation of soybeans in Brazil, with an increase of about 1 million hectares year<sup>-1</sup>. There were also gains in productivity due to the launch of new and more productive cultivars, as well as improved management. New technologies are constantly emerging that must be validated by research. An example is the use of lactofen, which has been applied by producers, in the most varied conditions, aiming at increasing productivity. The aim of this study was to study the influence of the use of lactofen as a growth regulator and phytohormone kinetin in the morpho-agronomic characters and in the yield of soybean cultivars with different maturity groups. The experiments were conducted in three locations, with the crops located in the municipalities of Lavras-MG, Itutinga-MG and Nazareno-MG, during the 2017/2018 agricultural harvest. The experimental design was a randomized complete block design (5 × 6), with four replications. The main plot corresponded to five treatments: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + kinetin (144 + 0.5 g ha<sup>-1</sup>), kinetin (0.5 g ha<sup>-1</sup>), apical buds and control; the sub plot was composed of six cultivars: M6410 IPRO, IPRO M5917, NS6909 IPRO, NS7670 RR, BMRO Launches IPRO, and Produces IPRO. The treatments were applied in post-emergence, when the plants were in the V6 phenological stage. The evaluations of lodging, height of plants, number of nodes per plant, number of branches per plant, number of vegetables per plant, number of grains per plant, mass of 100 grains and productivity were performed. Based on the results obtained, it was concluded that the application of lactofen at the dose of 144 g ha<sup>-1</sup> in V6 caused modifications in the agronomic morph characteristics of the studied cultivars; being that the application of lactofen resulted in an increment of 5.2 sacks of soybean, when compared to the control treatment. The most productive cultivars were NS 7670 RR and M 6909 IPRO.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill. Growth regulator. Production components. Protox inhibitors. Apical dominance.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Cultura da soja</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Desenvolvimento vegetativo da cultura em relação ao fotoperíodo, temperatura e latitude</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Componentes de produção da cultura da soja</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Defensivos agrícolas e fito hormônios como reguladores de crescimento visando a quebra de dominância apical da cultura da soja</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5</b>	<b>Fitohormônios</b> .....	<b>16</b>
<b>2.6</b>	<b>Lactofen</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização dos locais e condução dos experimentos</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a espécie leguminosa mais cultivada no mundo, com sua produção concentrada nos Estados Unidos (34,4%), Brasil (32,6%) e Argentina (15,4%). Dentre os principais produtores mundiais de soja, destacam-se os Estados Unidos e o Brasil que, juntos, produzem mais de 231 milhões de toneladas do grão, o equivalente a mais de 66% da produção do planeta (USDA, 2018).

Atualmente, o Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial, devido ao melhoramento genético, que possibilitou o lançamento de cultivares adaptadas a todo o território, além, principalmente, dos conhecimentos gerados em relação ao manejo de solos tropicais. Nos últimos anos, muitos avanços no manejo da fertilidade do solo, pragas, doenças e plantas daninhas foram gerados, bem como a adoção do sistema de plantio direto (SPD). Esses fatores permitiram ao país dispor de uma das mais avançadas tecnologias referentes ao cultivo de soja do mundo.

Visando o aumento de produtividade, diversas propostas de manejo vêm surgindo para a cultura da soja e sendo adotados por alguns produtores, mesmo sem respaldo científico. Dentre estas tecnologias destaca-se a tentativa da quebra de dominância apical da soja, utilizando-se fitohormônios e substâncias consideradas reguladores de crescimento, como alguns herbicidas que podem desempenhar esse papel de forma indireta, como é o caso do lactofen.

Além das substâncias químicas, acredita-se na possibilidade de utilização dos fitohormônios, com a finalidade de alterar a arquitetura de plantas, bem como causar mudanças nos componentes de produção da cultura da soja. Na literatura, as citocininas (Ck) são descritas como importantes substâncias neste contexto. Elas podem causar a quebra da dominância apical, induzindo o aumento de brotações de gemas laterais e, conseqüentemente, causar um aumento na produtividade (BERTOLIN et al., 2010).

Alguns estudos foram desenvolvidos para verificar o possível efeito do lactofen na quebra indireta da dominância apical das plantas. Com a quebra da dominância apical, seria possível um aumento no número de ramos laterais e também uma redução na altura (SOARES, 2014). Conseqüentemente, poderia ocorrer uma redução no acamamento de plantas. No entanto, faltam estudos para as diferentes condições edafoclimáticas brasileiras.

A quebra da dominância apical ocorre devido a menor produção de auxina, que é sintetizada no ápice da planta. Com isso, poderia ocorrer um aumento na

síntese/concentração de citocinina, hormônio responsável pela emissão de ramificações da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013). Acredita-se que ao utilizar herbicidas que possam comprometer a dominância apical, a planta mudaria o seu fluxo hormonal interno, modificando o número dos componentes de produção que a cultura apresenta. A emissão de novos ramos laterais ocorre, devido ao aumento do número de nós, os quais apresentam gemas capazes de gerar novos ramos (SOARES, 2014). Assim, acredita-se que a utilização de reguladores de crescimento poderia aumentar de forma indireta o número de ramos e, conseqüentemente, o número de flores, vagens e a produtividade da cultura.

De acordo com o estudo de Souza et al. (2013), aplicações de reguladores de crescimento resultam em mudanças na arquitetura das plantas, reduzindo a altura e, conseqüentemente, o acamamento em cultivares com porte mais elevado, conciliando ainda no incremento de produtividade. Por acreditar nos efeitos positivos do lactofen, muitos produtores utilizam o herbicida em 100% de suas lavouras mesmo sem a comprovação científica de que o produto é efetivo para qualquer cultivar, independentemente de dose ou época de aplicação.

Desta forma, acredita-se na importância de estudos com cultivares de diferentes grupos de maturidade, amplamente utilizadas no país, nos diversos ambientes de produção, buscando-se validar, ou não, a utilização desses produtos. Diante do exposto, objetivou-se estudar a influência do uso de lactofen como regulador de crescimento e o fito hormônio citocinina, em caracteres morfo-agronômicos e produtividade de grãos em cultivares de soja, com diferentes grupos de maturidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, inclusa na classe Dicotyledoneae, família Leguminosae, gênero *Glycine* L. No Brasil, o primeiro relato sobre a introdução da soja ocorreu no ano de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Posteriormente, imigrantes levaram a cultura para São Paulo e, apenas em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, onde as cultivares trazidas dos Estados Unidos melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

Com a utilização de programas de melhoramento genético, pôde-se desenvolver cultivares com período juvenil longo, proporcionando a expansão da cultura em todo o território brasileiro (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Aliado ao conhecimento em fertilidade do solo, manejos de pragas, doenças e plantas daninhas, adoção do SPD, dentre outros, o Brasil apresenta destaque entre os países produtores de soja.

No decorrer das últimas décadas, a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área cultivada, mas também pelo aumento de produtividade. Ressalta-se ainda, que com o incremento de tecnologias na semente comercializada, o Brasil apresenta um grande potencial para multiplicar a sua atual produção, devido ao aumento da produtividade e da área cultivada (MAPA, 2014).

No Brasil, a cultura apresenta elevada importância econômica para o agronegócio, sendo responsável por mais de 50% da área cultivada com grãos no país. De acordo com dados do USDA (2018) a produção mundial de soja será de 369,3 milhões de toneladas na safra 2018/2019, apresentando um aumento de 9,7%, quando comparado com a safra anterior, ou seja, 32,5 milhões de toneladas a mais que a safra 2017/2018. O órgão também estima que a área cultivada no Brasil sofrerá uma expansão de quase 7,0% no período, passando de 35,1 para 37,5 milhões de hectares na safra 2018/2019.

## **2.2 Desenvolvimento vegetativo da cultura em relação ao fotoperíodo, temperatura e latitude**

O desenvolvimento da soja, é influenciado por inúmeros fatores ambientais, entre os quais, umidade, temperatura, latitude e, principalmente, o fotoperíodo, possuem destaque (MOTTA et al., 2000). A duração das fases e do ciclo de desenvolvimento da soja é regulada principalmente pelo fotoperíodo, tendo também influência da temperatura, alterando a morfologia e arquitetura da planta, conforme a época de semeadura (KANTOLIC, 2008). A influência desses fatores pode variar com cada genótipo e com o estágio de desenvolvimento da cultura (SETIYONO et al., 2007).

O fotoperíodo e a latitude influenciam diretamente no florescimento e duração do ciclo da cultura da soja. Assim, quanto maior a exposição das plantas a fotoperíodos curtos, ou seja, dias curtos e noites longas, mais precoce será o florescimento, levando a planta a apresentar alterações em sua morfologia e arquitetura, como redução do porte, por exemplo (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Em dias longos, o florescimento é mais lento, devido o menor acúmulo do hormônio florígeno, que ocorre durante o período noturno (RODRIGUES et al., 2001)

Cada cultivar responde à sensibilidade fotoperiódica de uma forma diferente, sendo que acima do fotoperíodo crítico de cada cultivar, o florescimento é atrasado (FARIAS; NEPOMUCEMO; NEUMAIER, 2007). Assim, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao Norte ou ao Sul, ou seja, a data da floração irá mudar devido às diferentes respostas de cada cultivar para com o comprimento do fotoperíodo. Cultivares adaptadas às altas latitudes têm ‘fotoperíodos críticos’ maiores que cultivares adaptadas às baixas latitudes. Se forem cultivadas em latitudes inferiores, irão florescer e amadurecer em menor tempo, por causa dos dias curtos, ocasionando menor porte e produtividade reduzida. Inversamente, se uma cultivar adaptada a baixas latitudes for cultivada em região de latitude maior, sofrerá influência do dia mais longo, florescendo e atingindo a maturação em maior tempo.

As temperaturas baixas ou elevadas, também interferem no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de soja. O período mais sensível ao estresse por altas temperaturas ocorre durante o desenvolvimento reprodutivo. Estresses durante o florescimento e o período de formação das vagens (R1-R4) afetam o número de grãos, enquanto que, estresses durante o enchimento de grãos (R5-R6) reduzem a massa de

grãos (GIBSON; MULLEN, 1996), sendo estes problemas causados devido à redução da atividade fotossintética.

Durante a fecundação do grão de pólen, elevadas temperaturas levam a não ou má formação do tubo polínico, devido à baixa umidade, repercutindo em uma diminuição nos componentes de produção da soja (BOARD et al., 1996). Como defesa da planta, em temperaturas elevadas, ocorre o fechamento dos estômatos, impedindo a entrada de CO<sub>2</sub>, principal substrato da fase bioquímica da fotossíntese, causando uma diminuição na produção de fotoassimilados, o que interfere na produtividade da cultura.

Baixas temperaturas também causam efeitos negativos. Para que ocorra o processo de fotossíntese, há a necessidade de ativação de enzimas específicas, as quais necessitam de uma temperatura ideal para realizar a catalisação das reações que ocorrem no metabolismo da planta. Em baixas temperaturas, ocorre também uma diminuição no número de primórdios reprodutivos e na taxa de desenvolvimento dos mesmos (RODRIGUES et al., 2001).

### **2.3 Componentes de produção da cultura da soja**

A produtividade da cultura da soja é determinada por diversos fatores relacionados com a fisiologia, morfologia e manejo da cultura. Características como altura de plantas, número de nós por planta, ramos laterais, número de vagens por planta e grãos por vagens, peso de 100 grãos, estão diretamente ligados ao potencial produtivo da soja no final de seu ciclo. De acordo com o modelo proposto por Ohyama et al. (2013), a quantidade de grãos por área é determinada em função de várias características, número de nós e de hastes por planta, densidade de plantas, peso e número de sementes, vagens por planta e sementes por vagem. Todos estes componentes são determinados por processos fenológicos como desenvolvimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação (CATO; CASTRO, 2006).

A grande maioria das variações que ocorrem na produtividade de soja estão associadas com alterações que podem vir a ocorrer no momento de formação dos componentes de produção da cultura, como número de vagens e grãos. Conseqüentemente, os processos que determinam o número de vagens e grãos por área desempenham papel importante na produtividade da cultura (EGLI, 2013).

A taxa de formação de flores e vagens está relacionada à formação de ramos laterais nas plantas, já que a formação de flores ocorre nas axilas presentes nos ramos

laterais, a qual é coordenada pelo balanço entre os hormônios auxina e citocinina. A citocinina se apresenta como fator principal na indução de formação de flores, pois, está envolvida no processo de divisão, expansão, alongamento e diferenciação celular, além do crescimento da gema axilar e formação dos primórdios foliares (FÉLIX et al., 2012), o que repercute na maior ou menor produtividade da cultura ao final de seu ciclo.

A densidade de plantas é outro fator de grande importância para o crescimento e a produtividade de soja. Quando a densidade de plantas é elevada, a formação de ramos laterais diminui e, dessa forma, o número de nós dos ramos laterais decresce, interferindo na produtividade. Situações com elevada população de plantas desencadeia uma competição por luz e pela absorção de nutrientes, sendo que estas plantas podem se tornar estioladas, com os caules finos e propensos ao acamamento (ENDRES, 1996).

De acordo com Egli (2013), ao reduzir a população de plantas, estas tendem a aumentar a formação de ramos laterais, aumentando o número de nós produzidos. No entanto, esta plasticidade da cultura é dependente da cultivar utilizada (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

#### **2.4 Defensivos agrícolas e fito hormônios como reguladores de crescimento visando a quebra de dominância apical da cultura da soja**

As maiores produtividades, são obtidas através da utilização de um conjunto de práticas culturais, as quais ajudam a adequar o ambiente, de forma que a cultura possa alcançar o máximo potencial produtivo. Dentre as práticas que podem ser usadas para a cultura da soja, a aplicação de fitohormônios e reguladores de crescimento está sendo explorada cada dia mais. Alguns estudos indicam as auxinas, as citocininas (CKs) e as giberelinas (GAs) como fitohormônios promissores em melhorar as características agrônômicas de diversas culturas (CAMPOS; ONO; RODRIGUES 2010; SOUSA et al., 2010; ZALABÁK et al., 2013). Por sua vez, para os reguladores de crescimento e os herbicidas, cujo modo de ação causaria um efeito indireto de quebra de dominância apical na soja, ainda há necessidade de se desenvolver pesquisas para se estudar o comportamento das mais diversas cultivares que hoje em dia são utilizadas, além de outros fatores como dose e época de aplicação.

Os reguladores de crescimento são compostos químicos sinalizadores que atuam na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas (SOUZA et al., 2013). Normalmente, os reguladores estão ligados a receptores na planta e desencadeiam uma

série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os fitohormônios, ou hormônios vegetais, são compostos orgânicos sintetizados em uma parte específica da planta e transportados para outra parte na qual em pequenas concentrações causam uma resposta fisiológica (SALISBURY; ROSS, 2012). Os hormônios vegetais podem causar modificações fisiológicas ou morfológicas, influenciando a germinação, crescimento e desenvolvimento vegetal, florescimento, frutificação, senescência e abscisão de folhas ou flores (VIEIRA et al., 2010).

Um estudo foi conduzido por Bertolin et al. (2010) para avaliar a resposta das cultivares de soja Conquista e Valiosa RR à aplicação do regulador de crescimento vegetal Stimulate® (composto por CKs, GAs e Ácido Indolalcanóico). Pôde-se observar que o uso do Stimulate® proporcionou incremento no número de vagens por planta e na produtividade de grãos da cultivar Conquista, tanto em aplicação via semente quanto via foliar.

Souza et al. (2013) avaliaram o efeito dos redutores do crescimento cloreto de mepiquate, cloreto de clormequate, cloreto de clorocolina e trinexapac-ethyl sobre características morfológicas da planta e dos componentes da produção em soja, cv. CD226 RR, em duas épocas de aplicação (R1 e R1+R2). O cloreto de mepiquate e cloreto de clormequate reduziram a altura de plantas, melhorando a arquitetura e proporcionando uma maior produtividade, quando aplicados na dose de 100 g i.a. há<sup>-1</sup> em R1.

Em um experimento que avaliou o desempenho dos fitorreguladores TIBA (2,3,5- triiodobenzoic acid) e daminozide (succinic acid-2,2-dimethylhydrazide) sobre plantas de soja foi detectada correlação negativa significativa entre acamamento e rendimento de grãos (BUZZELLO et al., 2013). O TIBA é um regulador de crescimento que inibe o transporte polar basípeto da auxina, hormônio responsável pela dominância apical, por competir com este hormônio pelo mesmo sítio de ligação nas proteínas transportadoras, localizadas na membrana plasmática (CATO; CASTRO, 2006).

Os herbicidas lactofen e carfentrazone, têm sido utilizados por sojicultores, que acreditam na sua capacidade indireta em diminuir o porte de plantas de soja. Como são herbicidas inibidores da enzima protoporfirogênio oxidase (PROTOX), as ações de tais produtos geram o acúmulo de compostos fotodinâmicos como a protoporfirina IX, que

interfere negativamente na fotossíntese, respiração e cadeia de transporte de elétrons na planta (DUKE et al., 1991).

Gallon et al. (2016) avaliaram o desenvolvimento, rendimento de grãos, componentes de produção e o acamamento das plantas do cultivar de soja CD 214 RR, hábito de crescimento determinado, após a aplicação de lactofen e carfentrazone (144 g ha<sup>-1</sup> e 6, 10 e 22 g ha<sup>-1</sup> de i.a.). Foram determinadas as injúrias nas folhas, altura, acamamento, componentes e rendimento de grãos de soja. Os herbicidas lactofen e carfentrazone, reduziram a altura e, conseqüentemente, o acamamento das plantas de soja. Carfentrazone foi mais fito tóxico e mais eficaz em reduzir a altura de plantas de soja do que lactofen. Porém, houve maior rendimento de grãos de soja quando se aplicou o lactofen (2209 kg ha<sup>-1</sup>), do que quando aplicados diferentes concentrações de carfentrazone, 2012,5, 1871,9 e 1862,9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Mecanismos que levam à quebra da dominância apical e, conseqüentemente, a menor altura de plantas, causam desbalanço hormonal interno. Após a quebra da dominância apical, os níveis de auxina na planta diminuem, diminuindo os níveis de ácido abscísico e o transporte de nutrientes e citocininas das raízes para a gema lateral (TAIZ; ZEIGER, 2013). Devido a esse efeito, acredita-se na possibilidade de se conseguir um aumento no número de ramos laterais de plantas de soja.

## 2.5 Fitohormônios

Os hormônios são mensageiros químicos, produzidos em uma célula, que modulam os processos celulares em outra célula, interagindo com proteínas específicas que funcionam como receptores ligados a rotas de transdução de sinal. A maioria é sintetizada em um tecido e age sobre sítios-alvo específicos em outro tecido; são chamados endócrinos quando transportados para sítios de ação em tecidos distantes do local de síntese e, parácrinos, quando agem em células adjacentes ao local de síntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

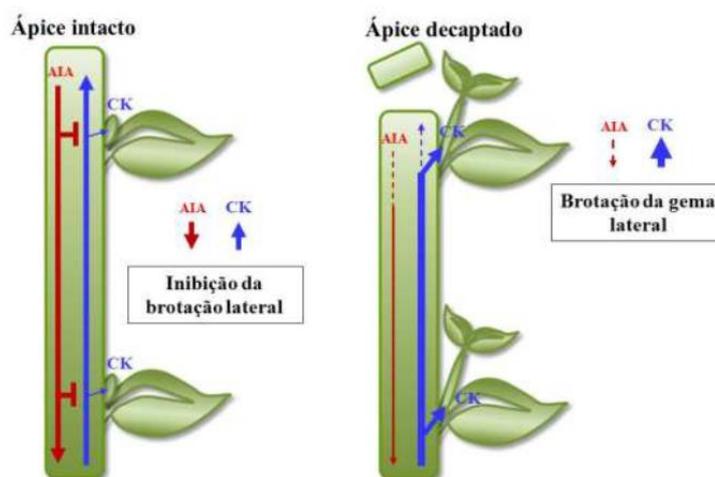
O crescimento e desenvolvimento das plantas são regulados por uma série de hormônios vegetais, cujas biossíntese e degradação se produzem em resposta a uma complexa interação de fatores fisiológicos, metabólicos e ambientais (DARIO, 2005). Alterações na concentração hormonal nos tecidos podem desencadear uma gama de processos de desenvolvimento das plantas, muitos dos quais, envolvem interações com os fatores ambientais (CROZIER et al., 2000). Dentre os hormônios vegetais mais

estudados para aplicação nas plantas, pode-se citar as auxinas, citocininas e as giberelinas.

Para que haja resposta, promoção, inibição ou alteração metabólica do vegetal a um determinado hormônio, este deve estar na quantidade suficiente nas células adequadas; ser reconhecido e capturado por receptores específicos localizados na membrana plasmática de células vegetais; ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários e; posteriormente, ocorrer à indução de enzimas específicas que irão ocasionar a inibição ou alteração metabólica ou efeito fisiológico desejado no vegetal (SALISBURY; ROSS, 2012).

Na maioria das plantas, o crescimento da gema apical inibe o crescimento das gemas laterais, fenômeno denominado de dominância apical. As citocininas tem um grande potencial na indução da divisão celular, em conjunto com as auxinas. Esses dois hormônios vegetais interagem no controle da dominância apical, sendo que a relação é antagônica, uma vez que a auxina impede o crescimento de gemas laterais e a citocinina estimula esse crescimento (DAVIES, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013) (FIGURA 1)

Figura 1 - Interação entre a auxina (AIA) e citocinina (CK) na regulação do desenvolvimento das gemas laterais



Fonte: (MASON et al., 2014).

Embora as citocininas regulem muitos processos celulares, o controle da divisão celular é o processo fundamental. A primeira a ser descoberta foi a cinetina sintética, que não ocorre naturalmente, sendo um subproduto da degradação induzida pelo aquecimento do DNA (TAIZ; ZEIGER 2013).

As citocininas podem estimular ou inibir uma variedade de processos metabólicos, fisiológicos e bioquímicos, em plantas superiores. Elas estão envolvidas na regulação do crescimento e diferenciação, incluindo a divisão celular, dominância apical, formação de órgãos, retardamento da quebra de clorofila, desenvolvimento dos cloroplastos, senescência das folhas, abertura e fechamento dos estômatos, desenvolvimento das gemas e brotações, metabolismo dos nutrientes e como reguladores da expressão dos genes (SALISBURY; ROSS, 2012). Além de mediar muitos aspectos de desenvolvimento regulados pela luz, incluindo a diferenciação dos cloroplastos, o desenvolvimento do metabolismo autotrófico, e a expansão de folhas e cotilédones (VIEIRA; MONTEIRO, 2002). A grande diversidade dos efeitos das citocininas, dificulta o conhecimento do seu modo de ação em nível molecular e celular.

Segundo Davies (2004) as citocininas atuam na divisão e diferenciação celular, promovendo as brotações laterais. A presença do hormônio causaria uma redução na altura das plantas, podendo ocorrer um aumento no número de ramificações e, conseqüentemente, alterando número de vagens por planta, levando a uma maior produção de grãos.

Hormônios pertencentes a classe da citocinina, estão ligados principalmente à citocinese, ou seja, divisão celular. Regulam componentes específicos no ciclo celular como a atividade das ciclinas que são proteínas que controlam a divisão das células. Também promovem o crescimento da parte aérea da planta, pelo aumento da proliferação celular no meristema apical do caule. Também influencia na quebra de dominância apical, estimulando o crescimento da gema axilar, através do estímulo da diferenciação celular e estabelecimento de drenos (FERRI, 1985).

As citocininas são responsáveis também pelo retardamento da senescência foliar, pois aceleram a síntese de RNAs e proteínas, além de mobilizarem metabólitos no interior desse órgão. Está envolvida na formação de nódulos fixadores de nitrogênio nas leguminosas, causando a indução da divisão das células corticais e ativação inicial de genes de nodulação (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As auxinas foram os primeiros hormônios vegetais descobertos pelo homem, que relacionados ao crescimento das plantas no que diz respeito aos mecanismos de expansão celular. Trata-se de um hormônio sintetizado nos meristemas apicais, e é responsável pelo crescimento das plantas, influenciando diretamente nos mecanismos de expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

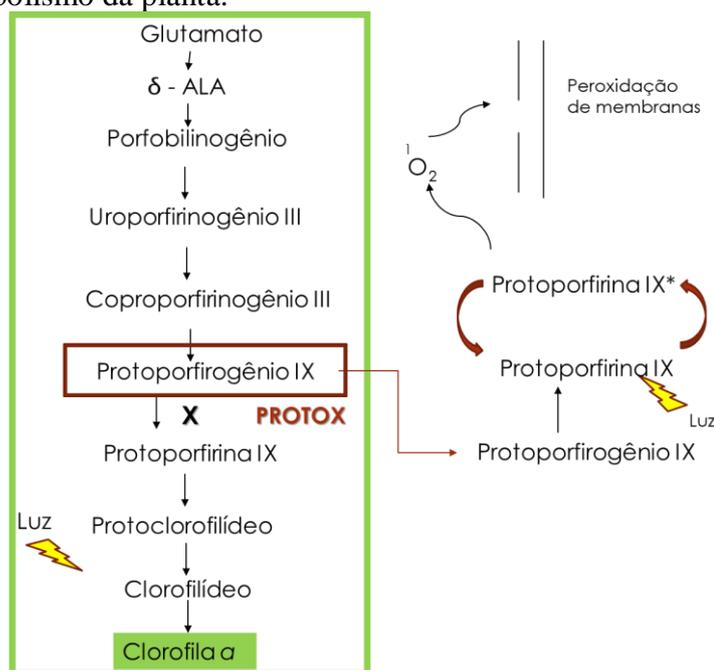
As giberelinas são um segundo grupo de hormônios descobertos na década de 50. São compostos envolvidos, principalmente no controle do alongamento e divisão celular, principalmente, nos tecidos caulinares (DAVIES, 1995). O GA3 (ácido giberélico) ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células que se alongam e determinam o comprimento do caule (SIDAHMED, 1978).

## **2.6 Lactofen**

Antes do surgimento das variedades de soja resistentes ao Glifosato (RR), o lactofen era um herbicida amplamente utilizado no controle de plantas daninhas de folha larga da cultura da soja. Ainda nos dias atuais, é recomendado para controle de inúmeras plantas daninhas (EMBRAPA, 2006; AGROFIT, 2019).

O lactofen é um herbicida do grupo difenil-éter. Seu mecanismo de ação é a inibição da protoporfirinogênio-IX oxidase (Protox), a qual catalisa a oxidação do protoporfirinogênio IX a protoporfirina IX (Proto-IX), atuando na biossíntese de clorofilas. Essa inibição resulta em um acúmulo de protoporfirina-IX, como resultado da translocação do substrato da Protox (Protoporfirinogênio IX) para o citoplasma, seguido pela oxidação não enzimática ou por oxidases insensíveis ao herbicida. Na presença de luz, a protoporfirina-IX acumulada é incapaz de ser utilizada e reage com o O<sub>2</sub>, formando oxigênio singlete, que causa danos à membrana plasmática, através da peroxidação de lipídios (CATANEO et al., 2005).

Figura 2 - Modo de ação do lactofen, inibindo a ação da enzima PROTOX no metabolismo da planta.



Fonte: Da Autora (2019).

Níveis excessivos de EROS resultam em danos para o aparelho fotossintético, como a foto inibição, que causa lesões nas células, levando a planta a apresentar clorose foliar (BREUSEGEM et al., 2001). Além da elevada produção de EROS, o lactofen reduz a concentração de açúcares solúveis, os quais desempenham papel fundamental na detoxificação dessas espécies (FERREIRA et al., 2011).

Mesmo em culturas tolerantes como a soja, a aplicação de lactofen causa um efeito indireto de fito toxidez, que tem início logo após a aplicação do herbicida em pós-emergência (SOUZA et al., 2002). Os sintomas aparecem nas folhas já desenvolvidas no momento da aplicação, e podem se manifestar na forma de cloroses, bronzeamentos, pontos ou tecidos necróticos, enrugamento dos trifólios ou enrugamento do bordo das folhas (WICHERT; TALBERT, 1993; TAYLOR, 1985)

Atualmente, os produtores de soja têm utilizado o lactofen com outro objetivo além do controle de plantas daninhas. Por ser um herbicida de contato, o princípio ativo lactofen causa injúrias na parte superior da planta, resultando em uma redução no crescimento longitudinal. Esses danos ocorrem devido ao estresse oxidativo, causado pela ação indireta do herbicida na soja (SOARES, 2014). Os danos causados no ápice da planta, fazem com que ocorra um efeito indireto de quebra da dominância apical, a qual repercute na maior formação de ramos laterais e redução do crescimento das

plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Ramificações laterais são um dos componentes que regulam a produtividade de soja, pois influem na quantidade de nós reprodutivos formados e, conseqüentemente, de vagens (OHYAMA et al., 2013).

Desta forma, a utilização de lactofen poderia contribuir no incremento da produtividade de soja, já que seu efeito indireto desencadeia modificações no metabolismo da planta, proporcionando mudanças na arquitetura e produção de gemas laterais, e conseqüentemente, maior número de ramos. No entanto, o estresse que o herbicida causa na planta e na área foliar poderia reduzir os efeitos de incremento em produtividade. Isto sugere a necessidade de posicionar, associado ao lactofen, substâncias que reduzem o estresse oxidativo em plantas, como a citocinina, fitohormônio responsável por regular a divisão celular e melhorar a condição fotossintética da planta, podendo ajudar na recuperação das injúrias causadas pela aplicação do herbicida.

Após o efeito da aplicação do lactofen, o dossel tem grande parte de sua área foliar comprometida. Como mecanismo de defesa, as plantas tendem a modificar a rota dos açúcares, para que assim, tenham reservas suficientes para o momento em que entrarem na fase reprodutiva. O uso de reguladores vegetais pode promover, inibir ou modificar os processos fisiológicos. Tais substâncias podem alterar diferentes órgãos das plantas, causando modificações na morfologia, afetando a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (MARTINS; CASTRO, 1997).

A produtividade vegetal é influenciada por características morfológicas e fisiológicas dos órgãos fotossintetizantes, conhecidos como fonte, e dos órgãos consumidores dos fotoassimilados, conhecidos como dreno (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os carboidratos são os componentes químicos orgânicos mais abundantes nos tecidos vegetais, funcionando como material de reserva energética ou como material estrutural dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os principais carboidratos não estruturais, acumulados em folhas e frutos das plantas são o amido e os açúcares solúveis redutores e não redutores. Os açúcares redutores e não redutores formam os açúcares solúveis totais (TAIZ; ZEIGER, 2013). Açúcares solúveis desempenham um papel central no metabolismo de plantas como fontes de carbono e de energia nas células, e estão continuamente se ajustando, como resultado do equilíbrio entre sua produção e utilização (CHAVES, 1991).

Durante o crescimento vegetativo, a maioria dos carboidratos são transportados para as raízes e folhas jovens, enquanto que, após o florescimento, os carboidratos são

direcionados prioritariamente para os frutos, tubérculos e raízes de reserva (ROITSCH et al., 2003). Com os danos de redução da área foliar que a aplicação de lactofen causa na soja, entende-se que os carboidratos que antes eram armazenados nas folhas jovens sejam translocados para outros compartimentos da planta, como uma forma de sobrevivência, para que esta possa ter suas reservas na fase reprodutiva.

As alterações causadas no interior e exterior da planta após o uso de reguladores de crescimento, podem vir a modificar o metabolismo interno da planta, de modo que esta poderá alterar a rota dos carboidratos, fazendo com que estes sejam acumulados em outros tecidos da planta. Os açúcares em abundância promovem o crescimento e o armazenamento de carboidratos nos drenos e, quando a taxa de fotossíntese é alta, ocorre o acúmulo de açúcares totais nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Devido ao fato da aplicação do lactofen causar um comprometimento na área foliar das plantas, entende-se que há necessidade de estudos visando buscar resultados que mostrem como a planta se comporta ao ter sua fonte de carboidratos comprometida.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização dos locais e condução dos experimentos**

Os experimentos foram realizados em três áreas, localizadas nos municípios de Lavras-MG, Itutinga-MG e Nazareno-MG, durante a safra agrícola 2017/2018.

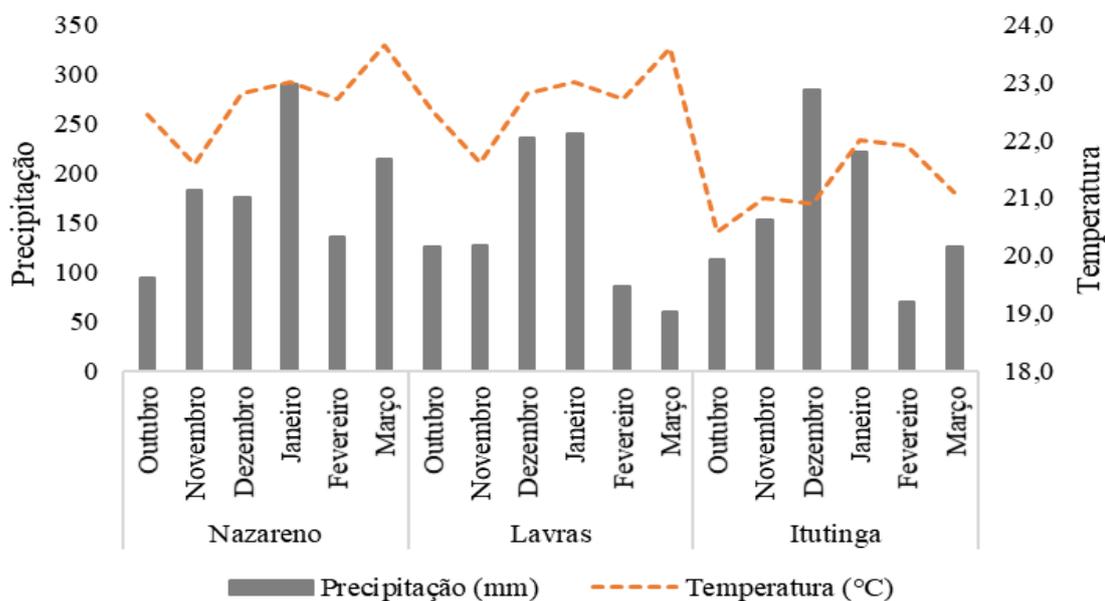
Em Lavras, o experimento foi conduzido no centro de Desenvolvimento Científico e tecnológico em Agricultura da UFLA - Fazenda Muquém, localizada em 21° 14 43" S e 44° 59' 59" W, com altitude de 951 metros. A classificação climática da região segundo Köppen é tipo Cwa, clima temperado com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual é de 1529,7 mm. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo, com textura argilosa.

No município de Itutinga, o experimento foi implantado na Fazenda 3w, que se encontra localizada em 21° 23' S e 44° 39' W, com altitude de 958 metros. A classificação climática da região segundo Köppen é tipo Cwa, clima temperado com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 19,3°C e a precipitação média anual é de 1417 mm. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo.

Em Nazareno, o experimento foi realizado na Estação Experimental Rehagro Pesquisa, localizada em 21° 15' 40" S e 44° 30' 30" W, com altitude de 1020 metros. O município é caracterizado por um clima tropical de altitude com a ocorrência de verões quentes e úmidos e invernos frescos e secos. A classificação climática da região segundo Köppen é tipo Cw, clima temperado com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 18 a 19°C e a precipitação média anual é de 1200 a 1500 mm. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo, com textura argilosa, no qual ocorre o cultivo em sistema de plantio direto a cerca de 10 anos.

As temperaturas médias durante o período de condução do experimento, bem como as precipitações pluviométricas médias, estão apresentadas na Figura 3. A caracterização química do solo de cada local, na profundidade de 0-20 cm encontra-se na Tabela 1.

Figura 3- Precipitações pluviáticas e temperaturas médias dos municípios de Lavras, Itutinga e Nazareno, durante a realização do experimento na safra 2017/18.



Fonte: INMET/BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação de Lavras. Estação meteorológica Rehagro Pesquisa. Estação meteorológica Fazenda 3W.

Tabela 1- Caracterização dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho, da camada de 0-20 cm dos municípios de Lavras Itutinga e Nazareno, safra 2017/2018.

Locais	pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB
	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	-----	mg.dm <sup>-3</sup>	-----	-----	cmolc.dm <sup>-3</sup>	-----		
<b>Lavras</b>	6,1	2,2	14,9 <sup>1</sup>	5,5	0,27	3,6	0,7	0,06	2,7	4,6
<b>Nazareno</b>	5,7	3,3	27,3 <sup>1</sup>	8,9	0,2	2,4	0,6	0,01	3,2	3,3
<b>Itutinga</b>	6,3	1,4	3,8 <sup>2</sup>	6,3	0,2	2,6	0,6	0	1,2	3,3

Locais	t	T	V	m	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	---	---	-----	-----	mg.L <sup>-1</sup>	-----	mg.dm <sup>-3</sup>	-----		
	cmolc.dm <sup>-3</sup>	---	%	-----	1	-----	mg.dm <sup>-3</sup>	-----		
<b>Lavras</b>	4,6	7,3	36	1,3	-	3,8	65,2	9,4	0,9	0,09
<b>Nazareno</b>	3,3	6,5	51	0	-	0,6	67,3	1,8	0,3	0,3
<b>Itutinga</b>	3,3	4,6	72	0	-	0,9	35,7	5,5	1,2	0,1

<sup>1</sup> P-Renina; <sup>2</sup> P-Mehlich-1. Fonte: Do autor (2019).

Fonte: Da autora (2019).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, totalizando-se 120 parcelas por local. As unidades experimentais constaram de quatro linhas com seis metros de comprimento, espaçadas de 0,6 m, totalizando-se 14,4 m<sup>2</sup>. Foram consideradas úteis as duas linhas centrais, correspondendo a 7,2 m<sup>2</sup>.

As parcelas foram constituídas pelos tratamentos utilizados (TABELA 2) e as sub parcelas pelas seis cultivares de soja, que foram escolhidas devido ao alto potencial produtivo, boas características agronômicas, elevado nível tecnológico e ampla utilização por sojicultores da região (TABELA 3).

Os tratamentos utilizados foram consequência da combinação entre as seis cultivares e os produtos mais o corte de gemas (TABELAS 2 e 3). O corte das gemas apicais foi realizado com o auxílio de tesouras, sendo realizado logo abaixo do primeiro trifólio abaixo da gema apical, fazendo com que a gema apical fosse totalmente retirada (FIGURA 4).

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados nos ensaios (safra 2017/2018).

<b>Tratamentos</b>		<b>Dose</b>
<b>Nome comum/ ingrediente ativo</b>	<b>(g ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>Nome comercial</b>
<b>1 Controle (Sem aplicação de produto)</b>	--	--
<b>2 Lactofen</b>	144	Cobra®
<b>3 Lactofen + cinetina</b>	144 +0,5	Cobra®+Cinetina
<b>4 Cinetina</b>	0,5	Cinetina
<b>5 Corte de gemas apicais</b>	--	--

<sup>1</sup> i.a. = ingrediente ativo.

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 3 - Descrição dos hábitos de crescimento, Grupo de Maturidade relativo (GM) e quantidade de sementes por hectare das cultivares utilizadas nos experimentos de Lavras, Itutinga e Nazareno, MG.

<b>Cultivar</b>	<b>Hábito de crescimento</b>	<b>GM</b>	<b>População plantas ha<sup>-1</sup></b>
<b>M 6410 IPRO</b>	Indeterminado	6.4	290.000
<b>M 5917 IPRO</b>	Indeterminado	5.9	330.000
<b>NS 6909 IPRO</b>	Indeterminado	6.3	330.000
<b>NS 7670 RR</b>	Indeterminado	7.6	270.000
<b>BMX Lança IPRO</b>	Indeterminado	5.8	330.000
<b>Produza IPRO</b>	Semi determinado	6.0	220.000

Cultivares utilizadas juntamente com a população recomendada para a região do campo das vertentes de MG. Fonte: Da autora (2019).

Figura 4 – Etapas do corte da gema. Extração da gema apical com auxílio de uma tesoura (A); após extração (B) e; gema apical removida (C).



Fonte: Da autora (2019).

A semeadura dos diferentes cultivares de soja, em cada local, foi realizada de acordo com a disponibilidade de equipamentos dos produtores. Desta forma, a operação ocorreu nos dias 06/11/2017, 17/11/2017 e 25/11/2017, em Itutinga, Nazareno e Lavras-MG, respectivamente.

As adubações da cultura foram baseadas na análise de solo e nas recomendações para expectativas de altas produtividades. Dessa forma, foram aplicados 350 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado NPK 02-30-20 no sulco de semeadura em Lavras, fornecendo 7 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio + 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em Nazareno, 230 kg ha<sup>-1</sup> de MAP Gold Humics e no sulco de semeadura e 150 kg há<sup>-1</sup> de KCL a lanço, fornecendo 108 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 87 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Por fim, em Itutinga foram aplicados 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP no sulco de semeadura e 250 kg ha<sup>-1</sup> de KCL a lanço, fornecendo 108 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 145 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Os manejos de pragas e doenças foram realizados de acordo com o monitoramento e necessidade da cultura. Nos três locais, quando a cultura se encontrava no estágio fenológico V4, foi aplicado via foliar, os micronutrientes Co e Mo da fórmula Quimifol Comol® (120 ml ha<sup>-1</sup>)

Os tratamentos (TABELA 2) foram aplicados com auxílio de um pulverizador costal motorizado, equipado com quatro pontas de jato ‘leque’ TT110015, espaçados 0,5 m um do outro. O volume de calda utilizado foi de 200 L ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas em períodos cujas temperaturas eram mais amenas, evitando-se a perda de produto por evaporação. Todos os tratamentos foram aplicados em pós-emergência, quando as plantas de soja se encontraram no estágio fenológico V6.

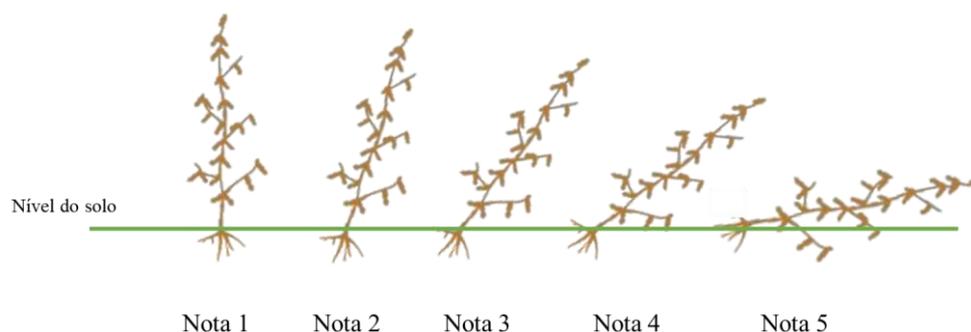
No estágio de maturação de grãos (R8), foram retiradas aleatoriamente, cinco plantas de soja em cada parcela, com as quais foram estimadas as variáveis, altura de plantas, além dos componentes de produção: número de nós por planta, número de ramos por planta, número de legumes por planta, número de grãos por planta e massa de 100 grãos.

Para se realizar as medições de altura de plantas, foram utilizadas trenas, as quais foram colocadas na base da planta de forma longitudinal, para medir a altura da base até a extremidade da haste principal. Para determinação do número de ramos, número de legumes e grãos por plantas, foram realizadas contagens manuais de cada um dos componentes, que foram devidamente anotadas.

A produtividade foi estimada a partir da colheita de duas linhas centrais das parcelas, com 4 metros cada. As plantas foram trilhadas mecanicamente, separando-se os grãos de cada parcela, os quais foram pesados. Cada amostra teve a sua umidade mensurada, a qual foi utilizada para a correção da massa total de grãos por parcela para 13% de umidade. A massa de 100 grãos foi mensurada no momento das pesagens, coletando-se uma amostra de 100 grãos e, corrigindo-se a mesma, para 13% de umidade.

No dia da colheita, foi avaliado também o índice de acamamento de plantas, de acordo com escala de Bernard, Chamberlain e Lawrence (1965), em que foi atribuído nota 1 para todas as plantas eretas, e nota 5 para todas as plantas acamadas (FIGURA 5).

Figura 5 – Escala de acamamento de Bernard Chamberlain e Lawrence (1965).



Fonte: Da autora (2019).

### **3.2 Análise estatística**

Inicialmente, realizou-se as análises de variância individuais pelo teste F para os experimentos. Posteriormente, realizou-se a análise conjunta envolvendo os três locais. Em seguida, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Inicialmente, serão apresentados os efeitos dos tratamentos nas variáveis acamamento e altura de plantas. Em seguida, serão tratadas as possíveis variações nos principais componentes de produção da soja (número de nós e de ramos por planta, número de legumes de grãos por planta e massa de 100 grãos), em função dos tratamentos, cultivar e ambiente. No final, será discutido o efeito dos tratamentos na produtividade das cultivares de soja, nos diferentes ambientes.

Após submeter os dados da variável acamamento à análise da variância pelo teste F, constatou-se que houve significância para a interação cultivar x tratamentos x ambientes (APÊNDICE A). Dentro dos ambientes, os maiores índices de acamamento foram geralmente observados em Nazareno e Itutinga, comparado a Lavras (TABELA 4). Em Lavras, as plantas se mantiveram eretas, obtendo-se a nota mínima para essa variável. Esse resultado pode ter ocorrido devido a melhor fertilidade do solo e maiores teores de matéria orgânica dos solos localizados nos municípios de Nazareno e Itutinga, comparados ao solo do município de Lavras (TABELA 1).

No ambiente de Nazareno, as cultivares NS 7670 RR e Produza IPRO apresentaram, de modo geral, os maiores índices de acamamento (TABELA 4), comparado às demais. Por sua vez, em Itutinga, a cultivar Produza IPRO foi a que apresentou maior índice de acamamento, na maioria dos tratamentos. Essas maiores predisposições ao acamamento das cultivares Produza e NS 7670 RR podem estar relacionadas ao fator altura. Isso porque, na média dos locais, essas cultivares estiveram entre aquelas com maior porte (TABELA 5). Além de possuírem o ciclo maior, proporcionando maior tempo de vegetação.

As áreas de Itutinga e Nazareno estão sendo trabalhadas sob o sistema de plantio direto há muitos anos, comparado à Lavras, o que explica seus maiores teores de nutrientes e, conseqüentemente, o maior crescimento de plantas (TABELA 5), favorecendo o maior índice de acamamento (TABELA 4). Além disso, a semeadura em Lavras foi realizada no dia 25 de novembro de 2017, a qual já é considerada época tardia de plantio para a região. Com isso, as plantas já estariam sujeitas a dias mais curtos durante a fase de indução ao florescimento, apresentando, conseqüentemente, menor ciclo e redução da altura de plantas, uma vez que a soja é uma planta de dias curtos.

Tabela 4 – Acamamento de plantas em função das cultivares, tratamento e ambiente.

<b>Nazareno</b>					
<b>Cultivar/produto</b>	<b>Cinetina</b>	<b>Lact + Cinet</b>	<b>Controle</b>	<b>Corte</b>	<b>Lactofen</b>
<b>M 5917 IPRO</b>	1,0 Ab <i>a</i> <sup>1</sup>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>
<b>BMX Lança IPRO</b>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>
<b>NS 6909 IPRO</b>	1,4 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,3 Ab <i>a</i>	1,1 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>
<b>NS 7670 RR</b>	2,5 Aa <i>b</i>	1,8 Bb <i>b</i>	2,6 Aa <i>b</i>	2,9 Aa <i>b</i>	2,1 Ba <i>b</i>
<b>Produza IPRO</b>	2,8 Aa <i>b</i>	2,8 Aa <i>c</i>	3,0 Aa <i>b</i>	2,5 Aa <i>b</i>	2,5 Aa <i>b</i>
<b>M 6410 IPRO</b>	1,8 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,5 Ab <i>a</i>	1,5 Ab <i>b</i>	1,3 Ab <i>a</i>
<b>Lavras</b>					
<b>M 5917 IPRO</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>BMX Lança IPRO</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>NS 6909 IPRO</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>NS 7670 RR</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>Produza IPRO</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>M 6410 IPRO</b>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>	1,0 Aa <i>a</i>
<b>Itutinga</b>					
<b>M 5917 IPRO</b>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ac <i>a</i>	1,3 Ac <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>
<b>BMX Lança IPRO</b>	1,3 Ab <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>	1,0 Ac <i>a</i>	1,0 Ac <i>a</i>	1,0 Ab <i>a</i>
<b>NS 6909 IPRO</b>	1,3 Ab <i>a</i>	2,0 Aa <i>b</i>	1,3 Ac <i>a</i>	1,3 Ac <i>a</i>	1,3 Ab <i>a</i>
<b>NS 7670 RR</b>	2,0 Ab <i>b</i>	2,0 Aa <i>b</i>	2,3 Ab <i>b</i>	2,3 Ab <i>b</i>	2,1 Aa <i>b</i>
<b>Produza IPRO</b>	3,0 Ba <i>b</i>	2,0 Ca <i>b</i>	3,0 Ba <i>b</i>	4,0 Aa <i>c</i>	2,3 Ca <i>b</i>
<b>M 6410 IPRO</b>	1,5 Bb <i>a</i>	2,3 Aa <i>b</i>	1,5 Bc <i>a</i>	2,0 Ab <i>b</i>	1,3 Bb <i>a</i>
<b>CV 1 (%) = 34,3</b>					
<b>CV 2 (%) = 28</b>					
<b>Média geral = 1,4</b>					

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto. <sup>1</sup>Letras maiúsculas se referem à comparação entre os tratamentos, dentro de cada local e cultivar (linhas), letras minúsculas comparam as cultivares dentro de cada tratamento e local (coluna) e letras em *itálico*, comparam as cultivares e os tratamentos dentro de cada local (coluna) pelo teste de Scott- Knott a 1% de probabilidade. Letras em *itálico* correspondem a comparação entre tratamentos e cultivares entre locais.

Fonte: Da autora (2019).

No experimento conduzido em Lavras, de modo geral, as plantas apresentaram menor altura, independentemente do tratamento que foi aplicado (TABELA 5). Fatores como condições climáticas, fertilidade do solo e época de plantio, podem ter influenciado no desenvolvimento das plantas conduzidas nesta área. Plantas cultivadas em solos com maior fertilidade, como é o caso dos solos de Itutinga e Nazareno, são propensos ao maior desenvolvimento vegetativo. Assim, já era esperado que a altura de plantas nesses locais fosse maior do que das plantas cultivadas em Lavras.

Tabela 5 - Altura de plantas (cm) em função da aplicação dos tratamentos lactofen, cinetina, corte de gemas apicais e Lactofen + cinetina, em cada local que o experimento foi conduzido.

<b>Tratamento/ Local</b>	<b>Nazareno</b>	<b>Lavras</b>	<b>Itutinga</b>	<b>Média</b>
<b>Cinetina</b>	91,7 Ba <sup>(1)</sup>	66,1 Cb	99,2 Aa	85,7 B
<b>Lact + cinet</b>	89,6 Bb	70,2 Ca	99,7 Aa	86,5 B
<b>Controle</b>	94,0 Ba	71,7 Ca	101,3 Aa	89,0 A
<b>Corte das gemas</b>	72,9 Bc	35,6 Cb	92,6 Ab	67,0 D
<b>Lactofen</b>	86,2 Bb	64,0 Cb	99,5 Aa	83,3 C
<b>Média</b>	86,9 B	61,6 C	98,5 A	

**CV 1 (%) = 7,0**

**CV2 (%) = 8,7**

**MédiaGeral=82**

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto. <sup>1</sup> Letras maiúsculas se referem à comparação entre os locais, dentro de cada tratamento (Linha); letras minúsculas comparam os diferentes tratamentos (colunas), dentro de cada local, pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

De forma geral, os tratamentos influenciaram muito pouco o acamamento das plantas, com exceção das cultivares NS 7670 RR e Produza IPRO, em Nazareno, e as cultivares Produza IPRO, NS 7670 RR e M 6410 IPRO, em Itutinga (TABELA 4). Possivelmente, porque na média essas cultivares apresentaram maior altura, comparada às demais (TABELA 6).

No presente trabalho, todos os tratamentos reduziram a altura das plantas, comparado ao controle, quando se trabalha com a média. O corte de gemas apicais e a aplicação de lactofen foram os mais efetivos (TABELAS 5 e 6). As cultivares M 5917 RR e BMX Lança foram as que apresentaram menores alturas, quando comparadas às demais (TABELA 5). Por sua vez, o acamamento dessas cultivares não foi reduzido pela aplicação de todos os tratamentos, comparados ao controle, nos três ambientes, ou seja, as plantas permaneceram eretas durante todo o ciclo, até o momento da colheita (TABELA 4).

Tabela 6 - Altura de plantas (cm) das diferentes cultivares de soja em função da aplicação dos tratamentos lactofen, cinetina, corte de gemas apicais e Lactofen + cinetina.

Cultivar/ Tratamento	Cinetina	Lact + cine	Cont	Corte	Lactofen	Média
<b>M 5917 IPRO</b>	78,8 Ac <sup>1</sup>	79,5 Ac	81,4 Ac	59,1 Bc	76,0 Ac	75,0 C
<b>BMX Lança IPRO</b>	69,1 Ad	68,3 Ad	71,0 Ad	57,0 Bc	68,5 Ad	67,0 D
<b>NS 6909 IPRO</b>	88,0 Ab	89,8 Ab	91,8 Ab	67,3 Bb	84,6 Ab	84,3 B
<b>NS 7670 RR</b>	94,3 Aa	96,6 Aa	95,6 Ab	74,4 Ba	95,3 Aa	91,2 A
<b>Produza IPRO</b>	97,5 Aa	96,0 Aa	101,7 Aa	71,7 Ca	87,7 Bb	91,0 A
<b>M 6410 IPRO</b>	86,4 Ab	88,8 Ab	92,6 Ab	72,5 Ba	87,4 Ab	86,0 B
<b>Média</b>	85,7 B	86,5 B	89,0 A	67,0 D	83,3 C	
<b>CV 1 (%) = 7,0</b>						
<b>CV2 (%) = 8,7</b>						
<b>Média Geral = 82,3</b>						

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto. <sup>1</sup> Letras maiúsculas se referem à comparação entre os tratamentos, dentro de cada cultivar (linha), letras minúsculas comparam as diferentes cultivares, dentro de cada tratamento (coluna), pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Fatores como alta densidade de plantas por área, elevada disponibilidade hídrica, ventanias, utilização de cultivares de porte alto, dentre outros, são responsáveis por ocasionar o acamamento de plantas de soja (CATO; CASTRO, 2006; LINZMEYER et al., 2008). O elevado crescimento vegetativo das plantas provoca também, o sombreamento das folhas dos terços inferiores do dossel, refletindo em redução da eficiência fotossintética durante o seu desenvolvimento (LIU et al., 2008). Essas perdas se somam às dificuldades no momento da colheita, devido a presença das plantas prostradas/acamadas (CATO; CASTRO, 2006).

De acordo com o trabalho de Duke et al. (1991), os herbicidas lactofen e carfentrazone, inibidores da enzima protoporfirogênio oxidase (PROTOX), geram o acúmulo de compostos fotodinâmicos que interferem negativamente na fotossíntese, respiração e cadeia de transporte de elétrons. A presença de tais compostos causa injúrias na área foliar e também na gema apical da planta, ocasionando uma redução na sua altura, devido à quebra de dominância apical que ocorre após a aplicação dos herbicidas. Com a quebra de dominância apical, a planta pode ter seu porte reduzido, o que a leva a ter menor índice de acamamento.

No trabalho desenvolvido por Gallon et al. (2016) foi constatada a redução do acamamento de plantas da cultivar CD 214 RR aos 56 DAA, em decorrência da aplicação de lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), comparando ao controle. Tal resultado corrobora com

o encontrado no presente estudo para as cultivares Produza e NS 7670 RR, cultivadas em Itutinga e Nazareno, respectivamente. Para estas cultivares e locais, o efeito da aplicação de lactofen e lactofen + cinetina causaram redução do acamamento das plantas.

Nos experimentos de Souza et al. (2002) e Heiffig (2006), verificou-se redução do porte da soja submetida a aplicação de lactofen. Porém, Heiffig (2006), não observou redução do acamamento da cultivar Conquista, após receber as aplicações do herbicida na dose de 240 g ha<sup>-1</sup> em V5, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho, em que o lactofen teve pouca interferência no acamamento das cultivares estudadas (TABELA 4), porém, reduziu a altura de plantas quando comparado ao controle em Lavras e Nazareno (TABELA 6).

A capacidade em reduzir a altura de planta, pelo uso de citocinina, juntamente com o lactofen, possivelmente está relacionada à concentração de citocinina (cinetina). Dentre os efeitos fisiológicos nas plantas, as citocininas podem estimular a divisão celular e o crescimento das gemas laterais onde foram aplicadas. Dessa forma, os ramos produzidos a partir dessas gemas competem fortemente com o ramo principal, modificando a dominância apical da planta e fazendo com que a mesma fique com menor altura (CAMPOS et al., 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em condições que propiciam grande desenvolvimento vegetativo da soja, como é o caso dos solos pertencentes aos municípios de Itutinga e Nazareno, as plantas tornam-se altamente suscetíveis ao acamamento devido ao maior crescimento no período vegetativo. Com ele, ocorre o sombreamento das folhas que antes recebiam radiação plena, causando desorganização do dossel (MUNDSTOK; THOMAS, 2005). As folhas sombreadas, com menor interceptação da radiação, apresentam maior razão respiração/fotossíntese do que aquelas com boa exposição solar, podendo se tornar drenos de fotoassimilados, o que pode reduzir a capacidade produtiva das plantas.

Todas as cultivares apresentaram menor altura quando foram submetidas ao corte manual das gemas, comparado ao controle e demais tratamentos (TABELA 6). Ressalta-se também, que em todos os locais, as plantas com corte das gemas apicais apresentaram menor altura do que as plantas dos demais tratamentos (TABELA 7). Os tratamentos com a presença do herbicida lactofen também reduziram a altura das plantas em Nazareno, comparado ao controle. Fato semelhante ocorreu em Lavras com a aplicação do lactofen.

Reduções no crescimento de plantas de soja após a aplicação de lactofen também foram constatadas por Espinosa et al. (1995) e Souza et al. (2002), que estudaram doses e épocas de aplicação do herbicida. As doses de 288 e 384 g ha<sup>-1</sup> de i.a. provocaram redução de 8,5 e 13% respectivamente, na altura de planta em relação ao controle capinado manualmente.

A aplicação da mistura de glyphosate + lactofen (960+72 g ha<sup>-1</sup> de i.a.), no estágio V2-V3 da cultivar de soja CD 214 RR, promoveu redução de 6% e 14% na altura de plantas aos 15 e 90 dias após a aplicação, respectivamente, quando comparada à aplicação isolada de glyphosate (ALONSO et al., 2011).

De modo geral, a cinetina não afetou a altura de plantas (TABELAS 5 e 6). No entanto, segundo Coll et al. (2001), a aplicação direta de cinetina pode inibir a síntese de auxina, promovendo a redução na altura de plantas.

Para as variáveis número de nós e número de ramos por planta, houve resultado significativo para as interações simples das cultivares, tratamentos e ambientes (APÊNDICE A). Na média dos tratamentos, a cultivar NS 7670 RR apresentou maior número de nós por planta do que todas as outras cultivares (TABELA 7). Por sua vez, as cultivares M 5917 IPRO e Produza IPRO apresentaram os menores números de ramos laterais comparados às demais.

Na média de todas as cultivares, o corte das gemas apicais diminuiu o número de nós por planta, resultado esperado, já que esse tratamento obrigava a planta a cessar o seu crescimento no estágio fenológico com apenas seis nós formados. Por sua vez, as plantas com corte da gema apical, apresentaram maior número de ramos laterais, comparando aos demais tratamentos. Possivelmente, com a quebra da dominância apical, provocada pelo corte da gema, as plantas tiveram o desenvolvimento dos ramos laterais estimulados (SOARES, 2014).

Tabela 7 - Número de nós e número de ramos por planta, em função das diferentes cultivares, tratamentos e ambientes.

<b>Cultivar</b>	<b>Número de Nós</b>	<b>Número de Ramos</b>
<b>M 5917 IPRO</b>	12,4 b <sup>1</sup>	4,2 b
<b>BMX Lança IPRO</b>	13,5 b	4,8 a
<b>NS 6909 IPRO</b>	12,8 b	5,3 a
<b>NS 7670 RR</b>	15,6 a	5,0 a
<b>Produza IPRO</b>	13,8 b	4,0 b
<b>M 6410 IPRO</b>	13,7 b	5,0 a
<b>Tratamento</b>		
<b>Cinetina</b>	14,1 a	4,5 b
<b>lact + cinet</b>	14,3 a	4,5 b
<b>Controle</b>	14,4 a	4,5 b
<b>Corte</b>	10,2 b	5,2 a
<b>Lactofen</b>	15,1 a	4,0 b
<b>Ambiente</b>		
<b>Nazareno</b>	14,1 a	4,9 a
<b>Lavras</b>	12,4 b	4,6 a
<b>Itutinga</b>	14,3 a	4,7 a
	<b>CV 1 (%) = 28,2</b>	<b>CV 1 (%) = 32,3</b>
	<b>CV 2 (%) = 27,6</b>	<b>CV 2 (%) = 30,2</b>
	<b>Média geral = 13,6</b>	<b>Média geral = 4,7</b>

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto. <sup>1</sup> Letras minúsculas comparam as diferentes cultivares, tratamentos e locais entre si (coluna), pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Na média dos tratamentos e cultivares, as plantas cultivadas em Lavras apresentaram menor número de nós (TABELA 7), fato que já era esperado, devido à menor altura das plantas cultivadas nesse ambiente (TABELA 6). Por sua vez, o número de ramos laterais por planta não variou com os ambientes.

Concordando com os resultados obtidos nesse trabalho, Rosa et al. (2018) também não observou modificação no número de nós por planta nas cultivares NA 5909 RG e BMS Potência RR, em função da aplicação do lactofen. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de 140 g ha<sup>-1</sup> de lactofen em V3 e em V6; e 70 g ha<sup>-1</sup> em V3 + 70 g ha<sup>-1</sup> no V6. Souza et al. (2013), testando diferentes reguladores de crescimento na cultura da soja, não encontraram diferenças entre tratamentos para a variável número de nós por planta.

Frequentemente, aumentos em produtividade de soja têm sido relacionados com incremento no número de ramificações, devido ao aumento no número de nós produtivos. No entanto, é necessário que, além do aumento no número de pontos

produtivos, ocorra incremento no pegamento de flores e vagens (BOARD; KAHN, 2011; EGLI, 2013; OHYAMA et al., 2013).

Bahry et al. (2013) acreditam que, para se atingir elevadas produtividades, é necessário que plantas de soja consigam expressar um número mínimo de 15 a 20 nós no caule, pois será a partir destes pontos que surgirão as estruturas reprodutivas da planta. A redução no número de nós por planta pode acarretar em menor número de flores e, por consequência, menor número de legumes, comprometendo assim, o rendimento final de grãos (COSTA, 1996). No entanto, deve-se considerar também a população de plantas, pois devido a plasticidade da cultura, os números de nós e ramos por planta normalmente se ajustam com a população de plantas utilizada (RAMBO et al., 2004).

Analisando-se os dados da Tabela 7, observa-se que apenas a cultivar NS 7670 RR atingiu o número mínimo de nós relatados como adequado por Bahry et al. (2013). A cultivar também sempre esteve entre aquelas que apresentaram maior número de legumes e grãos por planta (TABELA 8). Fatores como fertilidade do solo influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento de plantas, o que explica o menor número de nós por planta encontrado no município de Lavras (TABELA 7), pois nesse local, as plantas apresentaram menor porte (TABELA 6).

Rosa (2018), em seu estudo, utilizando-se a cultivar NA 5909 RG, encontrou uma média de 7,2 ramos por planta no tratamento controle e 7,7 ramos após a aplicação de lactofen (140 g ha<sup>-1</sup> em V6). Sendo que para o número de nós produtivos, o mesmo autor observou um acréscimo de 1,5 nós por planta, passando de 14,8 para 16,3 nós. O aumento do número de ramos e nós por planta, quando comparados com o controle, resultaram em incremento de produtividade para a cultivar NA 5909 RG. No presente estudo, o maior número de ramos por planta na cultivar NS 7670 RR pode ter ocorrido devido ao seu ciclo mais longo. Com maior período vegetativo, há mais tempo para a formação das estruturas na planta.

Quanto ao número de vagens e de grãos por planta, houve diferenças entre as cultivares, mas sem um padrão de variação (TABELA 8), pois, o comportamento foi dependente do local. Na média, as plantas cultivadas em Lavras apresentaram menor número de vagens e de grãos por planta, quando comparado às cultivadas em Nazareno e Itutinga. O número de legumes e de grãos por planta não foram afetados pelos tratamentos lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), corte de gemas apicais, cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>) e cinetina + lactofen (0,5 e 144 g ha<sup>-1</sup>) (TABELA 8).

Tabela 8 - Número de legumes e número de grãos por planta, em função das diferentes cultivares em cada ambiente.

<b>Número de legumes por planta</b>				
<b>Cultivar/ ambiente</b>	<b>Nazareno</b>	<b>Lavras</b>	<b>Itutinga</b>	<b>Média</b>
<b>M 5917 IPRO</b>	40,9 Bc <sup>1</sup>	38,5 Bb	48,9 Ab	42,8 C
<b>BMX Lança IPRO</b>	47,1 Bc	40,0 Bb	55,7 Ab	47,6 B
<b>NS 6909 IPRO</b>	56,8 Ab	42,7 Bb	49,8 Ab	49,8 B
<b>NS 7670 RR</b>	71,4 Aa	64,7 Aa	65,9 Aa	67,3 A
<b>Produza IPRO</b>	50,3 Ab	44,8 Ab	48,6 Ab	47,9 B
<b>M 6410 IPRO</b>	68,5 Aa	40,6 Cb	49,6 Bb	52,9 B
<b>Média</b>	55,8 A	45,2 B	53 A	
<b>CV 1 (%) = 27,5</b>				
<b>CV 2 (%) = 29,5</b>				
<b>Média geral = 51,4</b>				
<b>Número de grãos por planta</b>				
<b>Cultivar/ ambiente</b>	<b>Nazareno</b>	<b>Lavras</b>	<b>Itutinga</b>	<b>Média</b>
<b>M 5917 IPRO</b>	96,7 Bc	93,0 Bb	119,4 Aa	103 B
<b>BMX Lança IPRO</b>	112,6 Bc	91,1 Cb	135,0 Aa	113 B
<b>NS 6909 IPRO</b>	127,7 Ab	93,3 Bb	113,7 Aa	112 B
<b>NS 7670 RR</b>	141,4 Ab	129,5 Aa	135,5 Aa	136 A
<b>Produza IPRO</b>	128,6 Ab	111,3 Aa	129,1 Aa	123 A
<b>M 6410 IPRO</b>	173,4 Aa	99,0 Cb	126,7 Ba	133 A
<b>Média</b>	130,1 A	103 B	126,6 A	
<b>CV 1 (%) = 27,4</b>				
<b>CV 2 (%) = 30,1</b>				
<b>Média geral = 119,8</b>				

Letras maiúsculas se referem à comparação entre os locais, dentro de cada cultivar (linha), letras minúsculas comparam as diferentes cultivares, dentro de cada local (coluna), pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

No município de Nazareno, as cultivares MS 6410 IPRO e NS 7670 RR apresentaram maior número de vagens por planta. Por sua vez, em Lavras e Itutinga, as maiores médias foram obtidas pela cultivar NS 7670 RR (TABELA 8). No caso do número de grãos por planta, não houve variação entre as cultivares em Itutinga. Por sua vez, em Nazareno, as maiores médias foram obtidas pela cultivar M 6410 IPRO e, em Lavras, pelas cultivares NS 7670 RR e Produza IPRO. Na média dos locais, a cultivar NS 7670 RR apresentou o maior número de vagens por planta, quando comparado às demais. Também na média dos locais, as cultivares NS 7670 RR, Produza IPRO e MS 6410 IPRO apresentaram maior número de grãos por planta.

O número de vagens por planta é um componente de produção que contribui para aumentar o rendimento de grãos por planta e, conseqüentemente, a produtividade da lavoura. No entanto, além do maior número de vagens, é necessário que haja

produção de energia suficiente para manter o enchimento de grãos nas vagens (EGLI, 2013; OHYAMA et al., 2013).

De forma semelhante ao observado no presente trabalho, Klahold et al. (2006) também não observaram aumento do número de legumes por planta, com a aplicação de diferentes reguladores vegetais na soja. Existem alguns casos em que a aplicação de lactofen não apresentou resultados positivos para aumento de número de vagens, como na cultivar de soja CD 214 RR (GALLON et al., 2016). O mesmo aconteceu para o estudo de Souza et al. (2013) que, comparando diferentes reguladores de crescimento na cultivar de soja CD 226 RR, não encontraram resultados positivos para número de vagens.

Por outro lado, Rosa (2018) observou um aumento do número de legumes por planta para a cultivar BMX Potência RR, com a aplicação de lactofen 140 g ha<sup>-1</sup> em V3. Foi constatado um número médio de 55,4 legumes por planta, após a aplicação de lactofen, comparado a 45,2 legumes no controle. De acordo com Rosa (2018), o acréscimo no número de legumes, quando se faz a utilização de redutores de crescimento e/ou herbicidas que agem reduzindo a altura de plantas, pode ocorrer devido à maior entrada de luz para a planta, melhorando sua capacidade fotossintética, refletindo na produção de legumes.

Segundo Liu et al. (2010), o fornecimento de maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontravam no início do florescimento, possibilitou maior quantidade de legumes efetivos no final do ciclo e, conseqüentemente, no aumento de produtividade. Tal resposta foi proporcionada, principalmente, pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel da planta.

Para a massa de 100 grãos, houve resultado significativo para a interação cultivar x tratamento (APÊNDICE A). De forma geral, as cultivares M 5917 IPRO, NS 6909 IPRO e Produza IPRO foram as que apresentaram maior massa de 100 grãos, quando comparadas as demais. Na média de todos os tratamentos e locais, a cultivar produza IPRO foi a que apresentou maior massa de 100 grãos, comparada às demais. Por sua vez, os tratamentos, de forma geral, tiveram pouca influência no aumento da massa de 100 grãos quando comparados ao controle (TABELA 9). Esse resultado mostra que essa variável está fortemente ligada a fatores genéticos das cultivares, e que a utilização do lactofen e do fitohormônio não tiveram grande influência.

Tabela 9 - Massa de 100 grãos (g) das diferentes cultivares de soja em função da aplicação dos tratamentos lactofen, cinetina, corte de gemas apicais e Lactofen + cinetina.

Cultivar/ Tratamento	Cinetina	Lact + cine	Cont	Corte	Lactofen	Média
<b>BMX Lança IPRO</b>	18,0 Bc <sup>1</sup>	18,0 Bb	17,7 Bc	19,6 Ab	18,4 Bc	18,3 D
<b>NS 6909 IPRO</b>	20,5 Ab	19,8 Aa	19,5 Ab	20,8 Aa	19,7 Ab	20,1 B
<b>NS 7670 RR</b>	17,9 Ac	17,7 Ab	17,5 Ac	17,8 Ac	16,6 Ad	17,5 E
<b>Produza IPRO</b>	21,9 Aa	20,3 Aa	21,1 Aa	20,7 Aa	20,9 Aa	21,0 A
<b>M 6410 IPRO</b>	15,1 Ad	15,0 Ac	15,9 Ad	15,6 Ad	15,8 Ad	15,5 F
<b>Média</b>	18,9 A	18,4 B	18,4 B	19,1 A	18,5 B	

CV 1 (%) = 7,0

CV2 (%) = 8,7

Média Geral = 82,3

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto.<sup>1</sup> Letras maiúsculas se referem à comparação entre os tratamentos, dentro de cada cultivar (linha), letras minúsculas comparam as diferentes cultivares, dentro de cada tratamento (coluna), pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Souza et al. (2013) encontraram redução na massa de mil grãos quando utilizado o regulador trinexapac-etil na soja, em relação ao controle. No entanto, Gallon et al. (2016) e Rosa (2018), aplicando lactofen em plantas de soja, não encontraram diferenças para a massa de mil grãos, concordando com os resultados encontrados nesse estudo.

Na avaliação de produtividade, houve interação significativa entre tratamentos x ambientes e também entre tratamentos e as cultivares (APÊNDICE A). O efeito dos tratamentos foi variável com o ambiente de produção (TABELA 10). Em Nazareno, as plantas submetidas aos tratamentos com corte das gemas apicais, lactofen e lactofen + cinetina, foram as que apresentaram maiores médias de produtividades. Por sua vez, em Lavras, as maiores produtividades foram obtidas após a aplicação dos tratamentos cinetina, lactofen +cinetina e corte de gemas apicais. Em Itutinga, as plantas submetidas ao corte de gema e a aplicação de lactofen apresentaram as maiores produtividades.

Na média dos tratamentos, Nazareno foi o ambiente onde se obteve a maior produtividade, comparado a Lavras e Itutinga. Por sua vez, na média de todos os ambientes, as plantas submetidas ao corte de gemas apicais e à aplicação lactofen apresentaram as maiores produtividades, sendo de 406 e 313 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, acima do controle (TABELA 10).

Tabela 10 - Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função dos diferentes tratamentos em cada local.

<b>Tratamento/Ambiente</b>	<b>Nazareno</b>	<b>Lavras</b>	<b>Itutinga</b>	<b>Média</b>
<b>Cinetina</b>	3.879 Ab <sup>1</sup>	3.787 Aa	3.352 Bb	3.739 B
<b>Lact + cinet</b>	4.036 Aa	3.754 Aa	3.199 Bb	3.663 B
<b>Controle</b>	3.668 Ab	3.315 Ab	3.529 Ab	3.504 B
<b>Corte de gemas</b>	4.249 Aa	3.702 Ba	3.779 Ba	3.910 A
<b>Lactofen</b>	4.145 Aa	3.516 Bb	3.790 Ba	3.817 A
<b>Média</b>	3.995 A	3.614 B	3.530 B	

**CV 1 (%) = 20**

**CV 2 (%) = 17,7**

**Média Geral = 3713,4**

Tratamentos: lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + cinetina (144 e 0,5 g ha<sup>-1</sup>), cinetina (0,5 g ha<sup>-1</sup>), corte das gemas apicais e o controle sem aplicação de produto. <sup>1</sup> Letras maiúsculas se referem à comparação entre cada tratamento, dentro dos locais (linha), letras minúsculas comparam os tratamentos, dentro de cada local (coluna), pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

A produtividade de uma cultura é resultado de uma interação entre fatores ambientais (intensidade luminosa, fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de água, entre outros), genéticos (potencial produtivo da variedade cultivada, adaptabilidade e capacidade de exploração dos fatores ambientais e de manejo, entre outros) e de manejo (adubação, uso de estimulantes, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, dentre outros (SOARES, 2014).

Rosa (2018) observou maior rendimento de grãos por hectare após aplicar 140 g ha<sup>-1</sup> de lactofen em V3 nas cultivares NA 5909 RG e BMX Potência RR, acréscimos de 181 e 255 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, quando comparado com o controle. Por outro lado, Gallon et al. (2016) não obtiveram aumento de produtividade na cultivar CD 214 RR ao aplicar o lactofen (144 g ha<sup>-1</sup>) no estágio V7. De acordo com Rosa (2018), ao aplicar o herbicida em V3, a resposta foi melhor do que a aplicação realizada em V6, pois a inibição do crescimento da planta durou por um período maior de tempo, quando a aplicação foi realizada em V3.

Soares (2014) ao estudar o efeito da aplicação de lactofen (240 g ha<sup>-1</sup>) e cinetina (50 mg ha<sup>-1</sup>) em plantas de soja da cultivar NS 7114 RR, observou incrementos em produtividade de 9,5 e 7,6%, quando comparados ao tratamento controle. Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo, sendo que em Nazareno e Lavras a aplicação de Lactofen e cinetina resultaram em incrementos de 13 e 5,7%, 6 e 14%, respectivamente (TABELA 10). Em Itutinga, a aplicação de Lactofen resultou em um incremento de 7,4% na produtividade, quando comparado com o controle (TABELA 10).

Para os resultados referentes à aplicação de citocinina, os autores Carlson et al. (1987) e Dyer et al. (1987) obtiveram incremento de produtividade, após a aplicação do fito hormônio cinetina, que proporcionou ganho significativo de produtividade na cultivar BRSGO Luziânia, com aumento médio de 22,5% (718 kg ha<sup>-1</sup>), em relação ao controle. A maior dosagem proporcionou ganhos de até 32,3% (1.030 kg ha<sup>-1</sup>). Tal resultado pode ter ocorrido em razão do acúmulo de massa seca, que se inicia nas partes vegetativas da planta após a aplicação do hormônio, entre R3 e R5, ocorrendo translocação gradativa de carboidratos para os legumes e grãos em formação (RITCHIE et al., 1997). Nessa situação, a aplicação de citocininas exógenas pode aumentar a força de dreno para esses grãos e incrementar o seu peso.

Em Lavras e Nazareno, as plantas que receberam os tratamentos que continham o fitohormônio, estiveram entre as mais produtivas (TABELA 10). Tal resposta das plantas pode ter ocorrido devido a capacidade que a cinetina possui em ajudar as plantas a se recuperarem, após um grande período de estresse, que seriam, além da fito toxidez causada pelo lactofen, os veranicos que ocorreram principalmente em Lavras (FIGURA 3). Um importante papel das citocininas é o de promover a expansão foliar e, conseqüentemente, a formação de fotoassimilados necessários ao enchimento de grãos. Regulam também, entre outros fatores, a síntese dos pigmentos e proteínas fotossintéticas. Esses fatos podem influenciar diretamente o balanço da fotossíntese, o que resulta em maior produção de fotoassimilados e indica, dessa forma, maior produtividade de grãos.

Ressalta-se que é de extrema importância considerar o momento de aplicação do lactofen e a condição climática existente no local, pois, se trata de um produto que gera uma fito toxidez nas plantas e a recuperação total do dossel demora em torno de 20 dias (ROSA, 2018). Neste período é fundamental que as plantas não sofram nenhum estresse por falta de água, caso contrário poderá haver dificuldade na recuperação e na eliminação dos radicais livres causados pelo estresse oxidativo do lactofen nas plantas (WICHERT; TALBERT 1993).

Entre as cultivares, as que apresentaram maiores médias foram a NS 6909 IPRO e NS 7670 RR, produzindo 3885 e 3980 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (TABELA 11). Tal resultado já era esperado para a cultivar NS 7670 RR, uma vez que a mesma apresentou geralmente um maior número de vagens e grãos por planta (TABELA 8).

Tabela 11 - Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função das diferentes cultivares.

Cultivar/Ambiente	Nazareno	Itutinga	Lavras	
<b>M 5917 IPRO</b>	3.981	3.539	3.611	3.560 b
<b>Brasmax Lança IPRO</b>	3.975	3.517	3.638	3.607 b
<b>NS 6909 IPRO</b>	3.993	3.514	3.632	3.855 a
<b>NS 7670 RR</b>	3.978	3.506	3.641	3.980 a
<b>Produza IPRO</b>	3.981	3.538	3.619	3.662 b
<b>M 6410 IPRO</b>	3.956	3.532	3.623	3.617 b
<b>Média</b>	3.977 A	3.524 C	3.627 B	
<b>CV 1 (%) = 20,0</b>				
<b>CV 2 (%) = 17,7</b>				
<b>Média Geral = 3713</b>				

Letras seguidas não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Ressalta-se ainda, que todas as cultivares produziram mais do que a média nacional de 3394 kg ha<sup>-1</sup>, além de superarem a média do estado de Minas Gerais de 3676 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018). Além da influência dos tratamentos, as condições climáticas, fertilidade do solo, tratamentos culturais, dentre outros fatores, são fundamentais para propiciar o ambiente ótimo para a planta alcançar elevadas produtividades.

O ganho em produtividade após a aplicação do lactofen é de suma importância para o produtor de soja, como mostrado na Tabela 9. O aumento de 5,2 sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup> de soja é visto de forma positiva entre os produtores, já que esse aumento em produtividade vem aliado a um produto de baixo custo, quando comparado a reguladores de crescimento sintético. Porém, como a aplicação do lactofen causa um grande estresse na planta, é de extrema importância que estas não sofram nenhum outro tipo de estresse após receber o produto, para que a sua recuperação não seja comprometida e, conseqüentemente, a produção de grãos.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação de lactofen na dose de 140 g ha<sup>-1</sup> em V6 causou modificações nas características morfo agronômicas das cultivares estudadas.

Para os componentes de produção, número de vagens, a cultivar NS 7670 RR se destacou entre as estudadas e, para número de grãos, as cultivares NS 7670 RR, Produza e M 6410 IPRO obtiveram as maiores médias.

A aplicação de lactofen resultou em um incremento de 5,2 sacas de soja há<sup>-1</sup> quando comparado ao tratamento controle, sendo que as cultivares mais produtivas foram a NS 7670 RR e M 6909 IPRO.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br> >. Acesso: 02 jan. 2019.
- ALONSO, D. G. et al. Selectivity of glyphosate tank mixtures for rr soybean. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 929- 937, 2011.
- BAHRY, C. A. et al. Desempenho agrônômico da soja em função da desfolha em diferentes estádios vegetativos. **Tecnologia E Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 4, p.19-24, 2013.
- BERNARD, R.L.; CHAMBERLAIN, D.W.; LAWRENCE, R.D. **Results of the cooperative uniform soybean tests**. Washington: USDA, 1965.
- BERTOLIN, D. C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.1- 18.
- BOARD, J. E. et al. Yield rankings for soybean cultivars grown in narrow and wide rows with late planting dates. **Agronomy Journal** v. 88, p. 240-245. 1996
- BOARD, J. E.; KAHLON, C. S. Soybean yield formation: what controls it na how it can be improved. In: EL-SHAMY, H. A. **Soybean physiology and biochemistry**. 1 ed. 2011. p. 1-36.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 1-6.
- BREUSEGEM, F. et al. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, v. 161, p. 405-414, 2001.
- BUZZELLO, G. L. et al. Action of auxin inhibitors on growth and grain yield of soybean. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 621-628, 2013.
- CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Arquitetura de plantas de soja e a aplicação de reguladores vegetais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Brasília, v. 3, n. 01, p. 153-159, 2010.
- CARLSON, D.R. et al. The physiological basis for cytokinin induced increases in pod set in IX93-100 soybeans. **Plant Physiology**, v. 84, p. 233-239, 1987.
- CASTRO, P. R.; KLUGE, R. A.; PERES, E. P. **Manual de fisiologia vegetal: Teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. p. 650.

CATANEO, A. C. et al. Atividade de superóxido dismutase em plantas de soja (*Glycine max* L.) cultivadas sob estresse oxidativo causado por herbicida. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 27-32, 2005.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5-triidobenzóico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.

CHAVES M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, p. 1-16, 1991.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMÉS, R. S. Etileno y poliaminas. In: COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMÉS, R. S (Eds.) **Fisiología Vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. p. 357- 367.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento da Safra Brasileira de Grãos em 2018**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

COSTA, J. A. **Cultura da Soja**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233 p.

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B. B.; GRISSEN, W.; JONES, R. L. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Maryland: American Society of Plant physiologists, 2000. p. 850-894.

DARIO, G. J. A. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 12, n. 1, p. 63-70, 2005.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750 p.

DAVIES, P. J. The plant hormones; Their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES P. J. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2. ed. London: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 1-13.

DUKE, S. O. et al. Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 465-473, 1991.

DYER, D.J. et al. Soybean pod set enhancement with synthetic cytokinin analogs. **Plant Physiology**, v. 84, p. 240-243, 1987.

EGLI, D. The relationship between the number of nodes and pods in soybean communities. **Crop Science**, v. 53, p. 1668-1676, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Principais herbicidas recomendados para a cultura da soja no preparo convencional e sistema de plantio direto**. Passo Fundo, 2006. Disponível em:

<[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do62\\_17.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_17.htm)>. Acesso em: 01 jan. 2019

ENDRES, V. Espaçamento, densidade e época de semeadura. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**, Dourados, 1996. p. 82-85.

ESPINOSA, N.C. et al. Tolerância da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao herbicida lactofen. **Revista Ceres**, v. 42, n. 239, p. 10-24, 1995.

FARIAS, J. R.B.; NEPOMUCEMO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10 p. (Circular Técnica n. 48).

FÉLIX, L. M. et al. Botânica no Inverno 2012: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p. 55, 2012.

FERREIRA, L. et al. Morphological and physiological alterations induced by lactofen in soybean leaves are reduced with nitric oxide. **Planta Daninha**, v. 29, p. 837-847, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 1985. p. 400.

GALLON, M. et al. Ação de herbicidas inibidores da PROTOX sobre o desenvolvimento, acamamento e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p. 232-240, 2016.

GIBSON, L.; MULLEN, R. Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. **Crop Science**, v. 36, p. 1615-1619, 1996.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar na cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. **Revista da Facultad de Agronomía UBA**, v. 28, p. 63-88, 2008.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 23 p. 179-185, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Edição. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LINZMEYER J, R.; GUIMARAES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de regulador vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

LIU, B. et al. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. **International Journal Plant Production**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2010.

LIU, X.; JIN, J.; WANG, G.; HERBERT, S. J. Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China. **Field Crops Research**, v. 3, n. 105, p. 157-171, 2008.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Produção de grãos, safra 2013/2014**. 2014.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Aspectos morfoanatomicos de frutos de tomateiro cultivar Angela gigante, submetidos a tratamentos com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 225-236, 1997.

MASON, M.G.; ROSS, J.J.; BABST, B.A.; WIENCLAW, B.N.; BEVERIDGE, C.A. Sugar demand, not auxin, is the initial regulator of apical dominance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 111, n. 16, p. 6092- 6097, 2014.

MOTTA, I. S. et al. Características agronômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista brasileira de sementes**, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2005. p. 31.

OHYAMA, T. et al. Soybean seed production and nitrogen nutrition. In: "**A Comprehensive Survey of International Soybean Research-Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships**", 2013.

RAMBO, L. et al. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 33-40, 2004.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1997. 20p. (Special Report, n. 53).

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja em função da temperatura e do fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROITSCH, T. et al. Extracellular invertases: metabolic enzyme and metabolic protein. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 54, n. 382, p. 513-524, 2003.

ROSA, W. P. et al. **Eficiência produtiva e deposição de produtos fitossanitários em cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen**. 2018. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e medicina veterinária de passo fundo, Passo Fundo, 2018.

SALISBURY, F. B.; ROSS, W. **Fisiologia de plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 776 p. 2012.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

SETIYONO, T. D. et al. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, v. 100, p. 257-271, 2007.

SIDAHMED, O. A. Effects of different levels of gibberellic acid GA30 on growth of sour orange (*Citrus aurantium*). **Acta horticultrae**, Belin- Dahlen, v. 84, p. 165-69, 1978.

SOARES, L. H. **Manejo fisiológico com base em tratamento de sementes e aplicação de organominerais via foliar para sistemas de alto potencial produtivo de soja**. 2014. 130 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2014.

SOUSA, A. C. et al. Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de plantas de feijão no início de desenvolvimento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 325-332, 2010.

SOUZA, R. T. et al. Seletividade de combinações de herbicidas latifolicidas com Lactofen para a cultura da soja. **Acientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 99-106, 2002.

SOUZA, C. A. et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Biosci. J.**, v. 29, p. 634-643, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAYLOR, F. R. Today's herbicide: Cobra postemergence herbicide shows promise for procedures and PPG. **Weed Today**, n. 16, p. 3, 1985.

USDA. **United States Department Of Agriculture**. 2018. Disponível em: <<https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2018/08-10-2018.php>>. Acesso em: 01 jan. 2019.

VIEIRA, E. L; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: **Introdução à fisiologia vegetal**. Maringá, Eduem, 2002. p.79-104.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J.S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010. p. 230.

WICHERT, R. A.; TALBERT, R. E. Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) response to lactofen. **Weed Science**, v. 41, n. 1, p. 23-26, 1993.

ZALABÁK, D. et al. Genetic engineering of cytokinin metabolism: Prospective way to improve agricultural traits of crop plants. **Biotechnology Advances**, Netherlands v. 31, n.1, p. 97-117, 2013.

Apêndice A. Resumo da análise de variância conjunta envolvendo a safra (2017/18) e os três ambientes (Lavras, Nazareno e Itutinga) para os componentes de produção (N° de nós, ramos, vagens e grãos por planta), alturas de plantas e produtividade das cultivares (MS5917, MS6909, MS6410, NS7670, Produza e Lança). UFLA, Lavras-MG, 2018.

Fv	GL	QM							
		Acamamento	Altura	N° de nós	N° ramos	N° vagens	N° graos	P 100 grãos	Produtividade
Ambiente	2	17,15 **	42847,28**	126,82**	2,99 ns	3656,8**	2681,74**	31,9**	7371642,67**
Bloco (Ambiente)	9	0,43 ns	129,47**	13,84**	2,92 ns	396,77 ns	1972,97ns	1,76ns	1056463,89 ns
Cultivar	5	13,64 **	5560,28**	72,57 ns	15,9**	4362,03 **	9925,22**	236,6**	1654248,83*
Cultivar*ambiente	10	3,6**	381,08**	12,93 ns	6,71	728,79**	4900,44**	10,6**	693005,69 ns
erro 1	45	0,24	33,26	14,68	2,32	199,79	1080,76	1,70	556430,19
Tratamentos	4	0,54**	5558,34**	282,82**	8,07*	468,36 ns	2658,98 ns	7,53*	1755025,44 **
Cult*Trat	20	0,2 ns	86,04*	13,31 ns	3,03 ns	275,75 ns	1494,76 ns	3,14*	562268,90 ns
Tratamento*Ambiente	8	0,34 *	832,46**	19,07 ns	3,9 ns	170,18 ns	1312,65 ns	3,06ns	1032542,41*
Cult*Trat*Ambiente	40	0,29**	73,73 ns	12,64 ns	2,43 ns	101,27 ns	616,42 ns	1,4ns	460749,54 ns
erro 2	216	0,16	51,75	14,11	2,04	229,48	13,01	1,9	433549,52
Cv 1 (%)		34,33	7,01	28,15	32,28	27,5	27,44	7,00	20,09
Cv2 (%)		39	8,74	27,6	30,23	29,48	30,11	7,45	17,73
Média geral		1,43	82,28	13,61	4,72	51,39	119,82	18,64	3713,37

Cult\*Trat : cultivares x tratamentos ,  $p \leq 0,01$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ), pelo teste F, respectivamente.