

DAICON GODESKI MOREIRA

**DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE
FITORREGULADORES EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Clovis Arruda de Souza

**LAGES
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo autor,
com auxílio do programa de geração automática
da Biblioteca Setorial do CAV/ UDESC

Moreira, Daicon Godeski

Desempenho produtivo da soja submetida a aplicação de fitorreguladores em diferentes estádios fenológicos / Daicon Godeski Moreira. - Lages, 2018.

51 p.

Orientador: Clovis Arruda de Souza

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. *Glycine max* Merrill L. 2. Reguladores de crescimento. 3. Produtividade. I. Souza, Clovis Arruda de. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título: Mestre em Produção Vegetal.

DAICON GODESKI MOREIRA

**DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE
FITORREGULADORES EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Glovis Arruda de Souza
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membros:



Prof. Dr. Luís Sangoi
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC



Dr. Murilo Dalla Costa
EPAGRI – Lages SC

Lages, 28 de maio de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde, me confortar nos momentos difíceis que fiquei longe de casa e colocar em minha vida pessoas e oportunidades que vieram a acrescentar.

A meus pais, Mauricio e Lourdes os quais me deram apoio em toda a minha vida e se dedicaram para que conseguisse alcançar meus objetivos.

A minha irmã Larissa, e ao meu irmão Fabricio que sempre me deram apoio para minha formação.

A minha namorada Patrícia, que sempre me auxiliou e incentivou a alcançar minhas conquistas e objetivos.

Ao professor Clovis Arruda de Souza por todo o auxílio prestado na carreira acadêmica e na orientação do mestrado.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias a qual forneceu todo o aporte para minha formação acadêmica.

Aos colegas de laboratório que sempre me auxiliaram nas diversas tarefas realizadas durante todo esse período.

Muito obrigado!

RESUMO

O uso de fitorreguladores pode mitigar os efeitos negativos do acamamento de plantas de soja. Em função disso, objetivou-se nesta pesquisa i) avaliar os efeitos de doses e estádios de aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat sobre o desempenho produtivo da soja em ambiente controlado e ii) avaliar o efeito de doses e fitorreguladores sobre o desempenho produtivo da soja em campo. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em campo, no município de Lages-SC, no ano agrícola de 2016/17. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Na casa de vegetação teve-se como fontes de variação a combinação de dois fatores: a) três estádios fenológicos (V5, V9 e R1) de aplicação de fitorregulador e b) cinco doses do produto cloreto de chlormequat (Tuval®) 0,0 - 12,5 - 25 - 50 e 75 g i.a ha⁻¹; decorrente da diluição de 1,25; 2,5; 5 e 7,5 mL do produto Tuval® em 2L de água. No campo, os tratamentos avaliados foram: cloreto de chlormequat (Tuval®) nas doses de 100 (T1 Chlorm 1), 200 (T2 Chlorm 2) e 400 g i.a ha⁻¹ (T3 Chlorm 3); etefon (Etherel®) nas doses de 110 (T4 Etefon 1), 220 (T5 Etefon 2) e 331 g i.a ha⁻¹. (T6 Etefon 3); benziladenina (Maxcel®) na dose de 8 g i.a ha⁻¹ (T7 Benz); Prohexadiona de cálcio (Viviful®) (T8 Pro.Ca 1) na dose de 68,8 g i.a ha⁻¹; (T9 Pro.Ca 2) na dose 110 g i.a ha⁻¹ e mais a testemunha, apenas água (T10 test), todos os tratamentos foram aplicados quando as plantas estavam em estágio V9. Em ambos experimentos a cultivar utilizada foi TMG 7062 IPRO. No experimento em casa de vegetação observou-se que o cloreto de chlormequat, independente da dose utilizada e dos estádios fenológicos de aplicação, não reduziu a altura da planta e não alterou a produção de grãos. No experimento em campo todos os fitorreguladores utilizados, com exceção do etefon (Etefon 1; 110 g i.a ha⁻¹), reduziram altura de plantas. A massa de mil grãos (menor) e umidade (maior) foram afetadas negativamente pela aplicação dos fitorrreguladores: prohexadiona de cálcio, etefon e benziladenina. O emprego do fitorregulador cloreto de chlormequat em todas as doses utilizadas resultaram em grãos com maior diâmetro e maior produtividade de soja cv TMG 7062 IPRO.

Palavras-chave: *Glycine max* Merrill L. Reguladores de crescimento. Produtividade.

ABSTRACT

The use of phytohormones can mitigate the negative effects of lodging soybean plants. The objective of this research was to evaluate the effects of doses and stages of application of the chlormequat chloride phytohormone on the productive performance of soybean in a controlled environment and ii) to evaluate the effect of doses and phytohormones on the productive performance of soybean to field. The experiments were conducted in greenhouse and field, in the municipality of Lages-SC, in the agricultural year of 2016/17. The experimental design was a randomized block design, with four replications. In the greenhouse the source of variation was the combination of two factors: a) three phenological stages (V5, V9 and R1) of application of phytohormone and b) five doses of the chlormequat chloride product 0,0 – 12.5 - 25 - 50 and 75 g a.i. ha⁻¹. In the field, the treatments evaluated were: chlormequat chloride at doses of 100 (T1 Chlorm 1), 200 (T2 Chlorm 2) and 400 g a.i. ha⁻¹ (T3 Chlorm 3) of commercial product Tuval ®; etefon at doses of 110 (T4 Etefon 1), 220 (T5 Etefon 2) and 331 g ai ha⁻¹ (T6 Etefon 3) of commercial Etherel ® product; benzyladenine (T7 Benz) at the dose of 8 g a.i. ha⁻¹ of the commercial product Maxcel®; Prohexadione of calcium (T8 Pro.Ca 1) in the dose of 68.8 g a.i. ha⁻¹ of the commercial product Viviful ®; prohexadione calcium (T9 Pro.Ca 2) at the dose 110 g active ingredient plus the control. (only water, T10 test). In both experiments the cultivar used was TMG 7062 IPRO. In the greenhouse experiment, it was observed that chlormequat chloride, regardless of the dose used and the phenological stages of application, did not reduce the height of the plant and did not change the grain yield. In the experiment in the field all the phytohormones used, except for etefon in the dose of 4.6 mL, reduced plant height. The mass of a thousand grains and moisture were negatively affected with the application of the phytohormones prohexadione calcium, etefon and benzyladenine. The chlormequat chloride phytohormone at all doses used resulted in grain with higher diameter and higher productivity of soybean cv TMG 7062 IPRO.

Keywords: *Glycine max* Merrill L. Growth regulators. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas altura de plantas, peso da haste, diâmetro da haste principal, número de nós, número de grãos por planta, peso de vagens e grãos, índice de colheita, peso de mil sementes e área foliar por planta de soja em função da aplicação de doses de cloreto de chlormequat em diferentes estádios de aplicação, Lages – SC. 33
- Figura 2 - Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas altura de plantas, inserção da primeira vagem (IV), número de ramos, número nós, número vagens, umidade, massa de mil grãos, peneira 7,5 (mm), peneira 7,0 (mm), peneira 6,5 (mm), peneira 6,0 (mm), peneira 5,5 (mm), peneira 5,0 (mm) e produtividade de soja em função da aplicação de distintos fitorreguladores de crescimento, Lages – SC. 42

LISTA DE TABELAS

- Tablea 1 - Resumo da análise de variância, quadrado médio, resíduo e significância para as variáveis: área foliar por planta (AF), altura de planta (AP), diâmetro da haste principal (DHP), peso de grãos por planta (PG), número de grãos por planta (NGP), número de nós por planta (NN), índice de colheita (IC) e massa de mil grãos (MMG) obtidos de plantas de soja em função de doses de cloreto de chlormequat e estádios de aplicação. Lages, SC, 2016/2017. 31
- Tabela 2 - Número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (MMG) de soja em função da aplicação de doses de cloreto de chlormequat em diferentes estádios de aplicação, Lages, SC. 32
- Tabela 3 - Resumo da análise de variância, quadrado médio, resíduo e significância referente a aplicação de distintos fitorreguladores sobre plantas de soja, Lages, SC. 39
- Tabela 4 - Altura de plantas, Umidade (U), massa de mil grãos (MMG), percentual de retenção de grãos nas peneiras com diâmetro de 7,5, 7,0, 6,5, 6,0, 5,5 e 5,0 mm (P7,0, P6,5, P6,0, P5,5 e P5,0 respectivamente), número de vagens (NV) e número de nós (NN) por planta de soja em função da aplicação de distintos fitorreguladores de crescimento, Lages, SC. 40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
AF	Área foliar
AP	Altura de plantas
Benz	Benziladenina
Chlorm	Cloreto de chlormequat
DHP	Diâmetro de haste principal
EPSPS	5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase
IC	Índice de colheita
IPV	Inserção da primeira vagem
MCG	Massa de cem grãos
MMG	Massa de mil grãos
NNP	Número de nós na haste principal da planta
NGP	Número de grãos por planta
NRP	Número de ramos por planta
NVP	Número de vagens por planta
PGP	Peso de grãos por planta
ProCa	Prohexadiona de cálcio
RR	Roundup Ready (RR)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	19
1.1	HIPÓTESES	20
1.2	OBJETIVOS	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	CULTURA DA SOJA NO MUNDO E NO BRASIL	21
2.2	BIOTECNOLOGIA NA CULTURA DA SOJA	22
2.3	FITORREGULADORES	23
2.3.1	Cloreto de chlormequat	23
2.3.2	Prohexadiona de cálcio	25
2.3.3	Etefon	25
2.4	ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA	25
3	DOSES E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE APLICAÇÃO DO CLORETO DE CHLORMEQUAT NA CULTURA DA SOJA	27
3.1	RESUMO	27
3.2	INTRODUÇÃO	27
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.3.1	Avaliações e coleta de dados	29
3.3.2	Análises estatísticas	29
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.5	CONCLUSÃO	34
4	DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES E FITORREGULADORES	35
4.1	RESUMO	35
4.2	INTRODUÇÃO	35
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	36
4.3.1	Avaliações e coleta de dados	37
4.3.2	Análises estatísticas	38
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.5	CONCLUSÃO	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	47

ANEXO A - ESCALA DE DESENVOLVIMENTO E FENOLOGIA DA SOJA

.....

1 INTRODUÇÃO GERAL

Para o Brasil aumentar a produção agrícola é necessária expansão da área cultivada associada com aumento da produtividade. Para expansão de área cultivada o Brasil apresenta potencial, com uma área agricultável disponível estimada em 152,5 milhões de hectares ou 17,9% do território, onde somente 62,5 milhões de hectares ou 7,3 % do território está sendo utilizado (SAFRAS; MERCADO, 2018). Com as novas leis ambientais existe uma dificuldade na abertura destas áreas, uma vez que o desmatamento é uma das causas das grandes mudanças climáticas (ARRAES et al., 2012), desta forma não sendo uma resposta viável para aumento de produção.

A outra opção é o aumento da produtividade que em soja é definida pelo número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos. A soja já possui alto potencial na parte genética sendo que a criação de cultivares transgênicas com genes de resistência a herbicidas (soja RR), insetos (soja INTACTA) e doenças (soja INOX) auxilia na redução das perdas do potencial de rendimento, além de facilitar o manejo desta cultura.

No entanto, fatores adversos refletem em diminuição do potencial de rendimento de grãos. Uma das consequências que gera perdas qualitativas e quantitativas é o acamamento das plantas. O acamamento pode ocorrer devido a fatores como a alta densidade de plantas por área, excesso de fornecimento hídrico, ventos fortes, emprego de cultivares de porte alto, adubação, entre outros (SOUZA et al., 2013).

Segundo Buzzello (2010), o acamamento pode causar reduções significativas no rendimento de grãos, devido à ruptura de tecidos causada pela prostração das plantas, além do sombreamento e redução no teor de oxigênio para plantas que ficam sob as acamadas, prejudicando o crescimento e desenvolvimento de ambas.

Práticas culturais como a aplicação de fitorreguladores podem ser utilizadas para melhorar o desempenho da cultura da soja e minimizar a ocorrência do acamamento de plantas. Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente ligam-se 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, 2004).

Os fitorreguladores podem ter efeitos positivos, dependendo da quantidade aplicada, período de aplicação, local da planta e espécie (BERTOLIN et al., 2010). É de extrema

importância verificar a dose e o estágio fenológico ideal para aplicação, segundo Souza et al. (2016), faz-se necessário o aprofundamento dos estudos quanto a respostas da planta de soja a exposição de fitorreguladores em diferentes doses e estádios de aplicação. Esta prática de manejo pode ser uma alternativa para mitigar as perdas por acamamento de plantas e tornar as plantas de soja mais compactas e energeticamente mais eficientes no uso dos recursos disponibilizados durante o cultivo.

1.1 HIPÓTESES

a) Os fitorreguladores reduzem o crescimento e o desenvolvimento da soja e a capacitam para maior produção de grãos;

b) Existe uma dose ótima do fitorregulador cloreto de chlormequat e um estágio fenológico de desenvolvimento da soja para sua aplicação que maximiza a produção de grãos.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho foram:

a) avaliar os efeitos de doses e de estádios de aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat sobre o desempenho produtivo da soja em ambiente controlado;

b) avaliar o efeito de doses e de fitorreguladores sobre o desempenho produtivo da soja a campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DA SOJA NO MUNDO E NO BRASIL

No final da década de 60, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a considerar a soja como um produto comercial. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgiu como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço para produção em larga escala de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja (EMBRAPA, 2016).

A maior parte da soja, no entanto, é consumida por meio indireto. A soja é moída e transformada num farelo rico em proteína, se tornando uma ração animal largamente utilizada (BOUCHER et al., 2011). O óleo de soja é usado para cozinhar, para fazer margarina e outros bens de consumo, inclusive cosméticos e sabonetes. O óleo de soja também é usado cada vez mais como biocombustível. E os derivados de soja, tais como a lecitina emulsionante, são utilizados numa grande variedade de alimentos industrializados, inclusive chocolate, sorvete e produtos de padaria (BOUCHER et al., 2011). A soja é fonte tanto de proteína como de energia: cerca de 40% do peso dos grãos de soja são de proteína e 20% são de óleo vegetal (BOUCHER et al., 2011). A soja produz mais proteína por hectare do que qualquer outra cultura de lavoura e tem um percentual de proteína mais elevado do que vários produtos animais. O grão seco de soja contém 35,9 g de proteína por 100 g de massa seca. Para comparar, o queijo tem 34,2 g e a carne de porco tem 21,1 g (RIVM, 2011).

O cultivo da soja desempenha um papel importante no cenário agropecuário brasileiro, tendo relevante função na produção em áreas agrícolas, sendo um dos principais produtos agrícolas que compõem a balança comercial brasileira, destacando-se nas exportações direta de grãos, farelo e óleo (SAMPAIO; SAMPAIO; BERTRAND, 2012).

Além disso, quando se considera dados da safra nível nacional 2015/2016, a cultura da soja permanece como principal responsável pelo aumento da área plantada no setor de grãos, com estimativa de crescimento entre 2,1% e 3% da área de plantio, o que representam cerca de 0,671 a 1,244 milhões de hectares de área cultivada (MDIC, 2015).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (CONAB, 2018), a estimativa da produção de grãos para a safra 2018/2019 poderá ser de 232 milhões de toneladas, portanto, o crescimento poderá ser de até 2,1% em relação à safra do período anterior no cenário interno. Desse montante de grãos, a soja apresenta projeção de crescimento de até 6,8% na produção na safra 2018/2019, podendo atingir 117 milhões de toneladas nesse período.

O complexo soja (grão, farelo e óleo) é o principal gerador de divisas cambiais do Brasil, com negociações anuais que ultrapassam US\$ 20 bilhões. Em 2019, a produção nacional deve representar 40% do comércio mundial do grão e 73% do óleo de soja (MAPA, 2016).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. Na safra de 2017/2018 o Brasil produziu 116 milhões de toneladas, enquanto os Estados Unidos produziram 119 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2018). As perspectivas para o futuro são promissoras, pois a população mundial tende a crescer, assim como a demanda por alimento e energia, somado a isso, o aumento do poder aquisitivo da população na Ásia impulsiona o consumo de carnes de aves e suínos nesse continente, criações que utilizam a soja como fonte de proteína na alimentação. Esses fatores e o uso da soja como matéria prima para produção de biodiesel, tinta, entre outros, fazem com que a demanda se mantenha alta e o preço altamente atrativo aos agricultores (EMBRAPA, 2016).

A soja é cultivada, praticamente, em todo território nacional, desde as altas latitudes gaúchas até as baixas latitudes equatoriais tropicais, apresentando em muitas regiões, produtividades médias superiores à média obtida pela soja norte-americana (CÂMARA, 2012). O mesmo autor salienta que esse nível de produtividade tem sido possível devido ao uso de cultivares devidamente adaptados à região tropical, adequada construção da fertilidade do solo, adubação equilibrada, evolução do sistema de plantio direto e adoção de práticas de manejo que visam à obtenção de alta produtividade.

2.2 BIOTECNOLOGIA NA CULTURA DA SOJA

A produção de soja cada vez mais é regulada por diversidades ambientais e ecológicas, desta forma, empresas na grande maioria multinacionais, estão desenvolvendo cultivares transgênicas a fim de que estas se adaptem e tem alto desempenho produtivo nestas diversidades ambientais e ecológicas. O cultivo de soja transgênica restringia-se, até a safra 2012/13, à soja Roundup Ready (RR) tolerante ao herbicida glifosato. A planta recebeu, por meio de técnicas da biotecnologia, um gene oriundo da bactéria *Agrobacterium* sp. da estirpe CP4, que codifica uma variante da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase – EPSPS a CP4-EPSPS enzima alternativa que condiciona dessa maneira a resistência da soja RR à aplicação do Glifosato (CTNBio, 2004). Com a necessidade de minimizar danos por insetos praga, pesquisadores desenvolveram uma biotecnologia de resistência a insetos, o que levou ao desenvolvimento da soja geneticamente modificada denominada RR2 PRO, a qual passou a denominar-se de tecnologia intacta, aprovada em 2010 pela comissão Técnica Nacional de

Biossegurança – CTNBio. A biotecnologia, neste caso, expressa genes que codificam a proteína Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki, conferindo resistência a alguns insetos da ordem Lepidóptera e, também, a expressão da tolerância ao herbicida glifosato (CTNBio, 2012).

A Monsanto, empresa detentora destas biotecnologias, afirma que as modificações genéticas combinam três soluções em um único produto: I) aumento de produtividade; II) tolerância ao herbicida glifosato e, III) resistência contra as principais lagartas que atacam a cultura (lagarta da soja; lagarta falsa medideira; broca das axilas, também conhecida como broca dos ponteiros e; lagarta das maçãs). A tecnologia apresenta, ainda, supressão das lagartas do gênero *Helicoverpa* (como a *Helicoverpa armigera*). Deste modo, diminui a aplicação de inseticidas, reduzindo os custos com o controle de lagartas (BERNARDI, 2012). Nesse cenário também foi desenvolvida a tecnologia INOX resistente a ferrugem asiática.

Em síntese, cultivares de soja foram melhoradas geneticamente para fornecer resistências a herbicidas, pragas e doenças. No entanto, há carência de informações sobre o cultivo da soja transgênica, especialmente a soja com tecnologia RR2 PRO, principalmente em relação a produtividade e comportamento quando utilizadas técnicas de manejo como a aplicação de fitorreguladores.

2.3 FITORREGULADORES

Para aumentar a produtividade da soja é necessária a utilização de novas técnicas e o aperfeiçoamento das já utilizadas, principalmente as que interferem nos componentes morfológicos e de produção. Técnicas de manejo como escolha de cultivares, densidade de semeadura, adubação e época de semeadura podem proporcionar maiores produtividades, no entanto, podem provocar o acamamento da soja.

Nos últimos anos, o acamamento de plantas, em lavouras de soja, tem aumentado e passou a ser considerado como um dos principais pontos de estrangulamento para o bom desempenho produtivo de algumas cultivares de soja, especialmente em regiões produtoras de elevada altitude (BUZZELLO, 2010) como áreas situadas na serra catarinense e gaúcha, com altitudes acima de 800 metros. Nesses locais pode ocorrer intenso crescimento vegetativo de algumas cultivares de soja devido maior amplitude térmica o que pode resultar em acamamento das plantas, dificultando e prejudicando a colheita (BUENO, 2011).

Para mitigar perdas por acamamento de plantas uma das técnicas utilizadas é a aplicação de reguladores de crescimento. Os fitorreguladores atuam como sinalizadores químicos na

regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente, ligam-se a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, que podem afetar a iniciação ou a modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). Segundo Buzzello (2010), os fitorreguladores atuam modificando a forma ou desenvolvimento de uma cultura, melhorando sua qualidade ou reduzindo o tempo para a produção de partes comercializáveis.

Muitas são as substâncias químicas que ocorrem naturalmente nas plantas para controlar o desenvolvimento vegetal. Consideram-se fitormônios aqueles produzidos pela planta e os fitorreguladores são os compostos sintéticos, por exemplo, utilizados para reduzir a altura das plantas, sem que alterem os padrões ambientais e morfológicos das mesmas e que não possuam caráter fitotóxico (RADEMACHER, 2000).

2.3.1 Cloreto de chlormequat

O cloreto de chlormequat é um composto sintético que inibe a biossíntese do ácido giberélico, o que causa a redução do crescimento em razão da menor alongação celular. Atua inibindo a enzima copalil difosfato, impedindo a ciclização do geranilgeranil difosfato em copalil difosfato na via de biossíntese da GA (RADEMACHER, 2000). É altamente móvel, tanto pelo xilema quanto pelo floema, sendo rapidamente absorvido e translocado. A molécula é altamente solúvel em água e passivamente absorvida por todos os tecidos da planta, permitindo que as aplicações por pulverização sejam eficazes (MURCIA, 2016). É utilizado para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, podendo contribuir para melhorar características morfológicas e fisiológicas da cultura, com possível incremento na produtividade de grãos (LAMAS, 2001).

A aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat possibilita plantas com menor altura na cultura da soja e que se correlaciona positivamente com a resistência ao acamamento. Plantas de soja com menor altura apresentam maior número de vagens, maior número de grãos por planta e grãos mais pesados. A aplicação exógena de cloreto de chlormequat aumenta o diâmetro de haste da soja e reduz a altura, possivelmente por desviar o destino dos fotoassimilados para o aumento do diâmetro da haste (SOUZA et al., 2013).

De acordo com Pinto et al. (2006), o cloreto de chlormequat em concentrações muito alta pode causar fitotoxicidade foliar em plantas ornamentais. É importante conhecer o comportamento relacionado a fitotoxicidade de fitorreguladores em plantas de interesse, para poder-se avaliar a relação custo/benefício dos mesmos.

2.3.2 Prohexadiona de cálcio

O composto prohexadiona de cálcio (ProCa) apresenta estrutura similar ao ácido 2-oxoglutárico, sendo co-substrato das dioxigenases, catalisando hidroxilações que ocorrem no estágio final da biossíntese de giberelinas -GAs (EVANS et al., 1999). Assim, o ProCa atua impedindo a formação de GAs ativas (GA1, GA3, GA4 e GA7), através do bloqueio da ação das enzimas dioxigenases (GA20-oxidase e GA3-oxidase) (DAVIES, 2004), sendo considerado um inibidor da biossíntese de GAs. Há poucos trabalhos na literatura sobre esse composto na cultura da soja. Mariano (2015) verificou que a aplicação de prohexadiona de cálcio não teve efeito sobre a produtividade de soja em experimento conduzido a campo com três cultivares.

2.3.3 Etefon

O Etefon (ácido 2-chloroethylphosphonic) é um composto que, em pH 7,0 (fisiológico), se decompõe rapidamente para produzir etileno (BUZZELLO, 2010). O etefon, após aplicado sobre as folhas, é rapidamente absorvido e transportado no interior da planta, liberando rapidamente o etileno. O etileno é um inibidor da divisão celular, expansão celular e transporte de auxina, apresentando efeito expressivo na redução do crescimento do caule em comprimento, entretanto, promove sua expansão radial e orientação horizontal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Na cultura da soja há indicação de uso de etefon na fase vegetativa para estimular a translocação de fotoassimilados das folhas para os grãos, com vista ao incremento de produtividade (AGROFIT, 2016). O etefon quando aplicado ao longo do ciclo de desenvolvimento de plantas de soja aumentou significativamente o número de ramificações laterais e retardou o surgimento das primeiras vagens (CAMPOS et al., 2014). Campos (2005) observou que a matéria seca das raízes foi incrementada quando as plantas de soja receberam tratamento exógeno com etefon, e também observou incremento no número de vagens por planta em relação as plantas que não receberam a aplicação de etefon.

2.4 ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA

A escala fenológica mais utilizada para avaliar o desenvolvimento das plantas de soja é a de Fehr e Caviness (1977) (ANEXO 1) por ser objetiva, precisa e universal, uniformizando a

linguagem entre diferentes públicos envolvidos com esta cultura (FARIAS et al., 2007). A planta de soja é uma dicotiledônea cujo desenvolvimento é dividido em dois períodos: o vegetativo, desde a sementeira até o florescimento, e o reprodutivo, do florescimento até a colheita. O período vegetativo é subdividido em estádios V, já o período reprodutivo em estádios R. A letra V seguida de letras ou números identifica o estágio específico do período vegetativo; da mesma forma, a letra R seguida de números identifica o estágio específico do período reprodutivo (FEHR; CAVINESS, 1977). Para definir o estágio de um campo de soja, cada estágio específico de V ou R é definido quando 50% ou mais das plantas deste campo estiverem neste estágio.

Os nós são pontos de crescimento existentes na haste da planta de soja. O primeiro nó presente na haste representa o nó cotiledonar, e este não é considerado na contagem de nós da planta, pois é considerado pertencente ao hipocótilo. O nó seguinte representa o ponto de crescimento das folhas unifoliadas, e é considerado o primeiro nó na contagem do período vegetativo, pois este já pertence ou marca o início do epicótilo da planta. Os nós seguintes apresentam incidência alternada e são contados a partir do momento que os bordos dos folíolos de cada trifólio que partem do nó não se tocam. No estágio reprodutivo a letra R é seguida pelos números de 1 até 8. Estes estádios podem ser subdivididos em quatro partes: florescimento (R1-R2), formação de vagens (R3-R4), enchimento de grãos (R5-R6) e maturação da planta (R7-R8) (FEHR; CAVINESS, 1977).

Desta forma, previamente saber com clareza e objetividade o padrão de desenvolvimento da soja é essencial para pesquisa e produção desta cultura. O emprego desta ferramenta de manejo é importante na aplicação de produtos, tais como fitorreguladores, conforme a fenologia da cultura.

3 DOSES E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE APLICAÇÃO DO CLORETO DE CHLORMEQUAT NA CULTURA DA SOJA

3.1 RESUMO

O acamamento pode causar reduções significativas no rendimento de grãos de soja. Práticas culturais como a aplicação de fitorreguladores podem ser utilizadas para melhorar o desempenho da cultura da soja e minimizar a ocorrência do acamamento de plantas. Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da dose e do estágio fenológico de aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat sobre o desempenho agrônômico de soja transgênica TMG 7062 IPRO. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação durante a safra agrícola de 2016/2017. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada repetição composta por um vaso com uma planta, em ambiente com temperatura média em 25°C ($\pm 10^\circ\text{C}$) e umidade relativa de 60-80%. As fontes de variação foram as combinações de dois fatores: a) Três estádios fenológicos (V5, V9 e R1) de aplicação de fitorregulador e b) cinco doses do produto cloreto de chlormequat 0,0 - 12,5 - 25,0 - 50,0 e 75,0 g i.a ha⁻¹ calculadas com base na diluição de 1,25; 2,5; 5 e 7,5 mL do produto Tuval® em 2L de água, respectivamente. O cloreto de chlormequat, independente da dose utilizada e dos estádios fenológicos de aplicação, não reduz a altura da planta e não afeta a produção de grãos de soja cultivar TMG 7062 IPRO.

Palavras-chave: *Glycine max*. Cloreto de chlormequat. Fenologia. Aplicação foliar. Vagens por planta.

3.2 INTRODUÇÃO

Dentre as práticas de manejo para reduzir o acamamento em plantas de soja está o uso de fitorreguladores. Esses compostos regulam o desenvolvimento da planta de soja e assim minimizam o acamamento de plantas. Fitorreguladores são substâncias químicas sintéticas utilizados, entre outros motivos, para diminuir a altura de plantas, por meio da inibição da síntese endógena de giberelinas, obtendo-se uma planta mais compacta, com maior crescimento de ramos, formação de folhas verde escuras e florescimento precoce (RADEMACHER, 2000; RODRIGUES et al., 2003).

As giberelinas são compostos envolvidos no controle do alongamento e divisão celular dos tecidos caulinares (DAVIES, 1995). O ácido giberélico ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células as quais se alongando irão determinar o comprimento do caule (SIDAHMED, 1978).

Muitos compostos apresentam atividade antigiberélica, como, por exemplo, cloreto de chlormequat. O cloreto de chlormequat atua na primeira etapa da biossíntese de giberelina, bloqueando a síntese do ent-kaureno (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em sistemas de produção agrícola os fitorreguladores desempenham um papel fundamental na contribuição para o desenvolvimento das plantas, interagindo com os principais processos metabólicos, tais como o metabolismo do ácido nucleico e a síntese de proteínas. Os fitorreguladores reduzem a distância internodal, aumentando assim a relação entre fonte e dreno e estimulam a translocação de fotoassimilados para os grãos (TARUN et al., 2016). O uso de reguladores vegetais vem apresentando resultados significativos em plantas bem nutridas, cultivadas com uso de tecnologia. Contudo, os efeitos da aplicação do redutor de crescimento cloreto de chlormequat, assim como época de aplicação e dose do produto, na cultura da soja necessitam de mais estudos, particularmente, sob condições de nutrição das plantas para altos rendimentos de grãos (mais que 3.000 kg ha⁻¹) e com utilização de tecnologia Intacta e INOX.

Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de doses e estágio de aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat sobre o desempenho produtivo da soja transgênica com tecnologia Intacta RR2 e INOX em ambiente controlado.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agroveterinárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC) em Lages/SC, cujas coordenadas geográficas são latitude 27°48'58``S e longitude 50°19'34``W. A semeadura foi realizada no dia 12/12/2016 com cinco sementes por vaso da cultivar TMG 7062 IPRO com tecnologia INTACTA e INOX e grupo de maturação 6,2, de ciclo semi-tardio. Cada vaso de PVC possuía de 6 L de capacidade, o qual foi preenchido com substrato composto de uma mistura de três partes de um cambissolo para uma parte de areia. O desbaste foi realizado quando as plantas apresentavam duas folhas expandidas, mantendo-se apenas uma planta por vaso.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com 5 repetições, sendo cada repetição composta por um vaso, com uma planta efetiva, em ambiente com temperatura média em 25±10°C e umidade relativa do ar de 65±15%. As fontes de variação foram as combinações de dois fatores: a) três estádios fenológicos distintos de aplicação de reguladores de crescimento, V5, V9 e R1 e b) cinco doses do produto Tuval® (cloreto de chlormequat) 0,0 - 12,5 - 25,0 - 50,0 e 75,0 g i.a ha⁻¹. Estas doses de ingrediente ativo foram obtidas pela diluição das seguintes quantidades do produto comercial: 1,25; 2,5; 5 e 7,5 mL do produto Tuval® em 2L de água, respectivamente. Durante a condução do experimento, o suprimento de água às plantas foi realizado de modo a manter a umidade do solo próxima a 80% da umidade

gravimétrica no solo - u.g., por pesagem, e reposição da água evapotranspirada, pelo menos uma vez ao dia. O fitorregulador foi aplicado via pulverizador costal de parcelas experimentais do modelo “Herbicat H” pressurizado por CO₂, com barra com dois bicos tipo leque modelo “Teejet XR 110 02 VP” espaçados a 0,5 m cada regulada para um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

3.1.1 Avaliações e coleta de dados

A área foliar (AF) foi determinada medindo-se o comprimento e largura de dez folhas do terço médio da planta, somando-se as respectivas áreas e multiplicando-se pelo número total de folhas de cada planta. A altura de plantas (AP), do solo até a inserção da última vagem na haste principal de cada planta, foi determinada com a utilização de régua graduada em milímetros (mm). O diâmetro de haste principal (DHP) foi realizado na parte média entre o hipocótilo da planta e o nó cotiledonar com auxílio de paquímetro digital. O número de nós (NN) foi determinado contando-se o número de nós na haste principal de cada planta.

No estágio R8 foram determinados: peso de grãos por planta (PG), número de grãos por planta (NGP) e massa de cem grãos (MCG) utilizando-se balança com precisão de 0,001 g. O índice de colheita (IC) foi avaliado por meio da razão entre PG e a massa seca total da parte aérea da planta (MStotal). Os resultados foram, transformados e expressados em percentagem, segundo a seguinte equação: $IC = (PG/MStotal) * 100$. Além disso, a produção de grãos por planta foi corrigida para todas as parcelas experimentais na umidade padrão de 13%, conforme a seguinte equação: $PG = \text{Peso Úmido} * (100 - \text{Umidade Real} / 100 - 13)$.

3.1.2 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 10%, 5% e 1% de significância e, quando detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro para os efeitos de estádios de aplicação e doses do produto. Além disso, foi realizada a correlação de Spearman entre as variáveis estudadas ($p < 0,05$, via teste T). A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R Core Team, 2017).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área foliar, altura de planta, diâmetro da haste principal, peso dos grãos, número de nós e índice de colheita não foram afetados pelas doses de cloreto de chlormequat e estádios fenológicos de aplicação (Tabela 1).

Tarun et al. (2016) verificaram que a aplicação de cloreto de chlormequat 30 dias após a semeadura reduziu o índice de área foliar da cultura, porém aplicações mais tardias resultaram em índice de área foliar maior. Os mesmos autores verificaram que a aplicação de cloreto de chlormequat resultou em plantas com menor altura. Em experimento de campo o fitorregulador cloreto de chlormequat reduziu a altura de plantas de soja (SOUZA et al., 2013). Segundo Marianno (2016) em situação de boa disponibilidade hídrica (80% u.g) o fitorregulador cloreto de chlormequat não tem efeito sobre altura de plantas de soja. Esse resultado pode ter ocorrido porque em condições de campo não é possível controlar o ambiente principalmente em relação a disponibilidade hídrica.

Marianno (2016) verificou que o cloreto de chlormequat reduziu o diâmetro da haste de soja quando as plantas são submetidas a restrição hídrica. Quando aplicado em condições de boa umidade não foi observado efeito do regulador sobre essa variável. Como nesse experimento não foi observado redução da altura de plantas em função do cloreto de chlormequat isso pode explicar a ausência de efeito do fitorregulador sobre o diâmetro da haste de soja visto que o experimento foi conduzido em casa de vegetação e as condições de umidade eram ideais para o desenvolvimento da cultura. Souza et al. (2013) observaram que o diâmetro da haste de soja foi maior em decorrência da aplicação de fitorreguladores entre eles o cloreto de chlormequat. Esse resultado pode ser devido aos fotoassimilados terem sido translocados do destino de aumentar a altura e assim proporcionar este aumento do diâmetro da haste (SOUZA et al., 2013).

O cloreto de chlormequat e a época de aplicação não afetaram o peso de grãos por planta (Tabela 1). O mesmo ocorreu para o índice de colheita e número de nós. Buzzello (2009) também não observou efeito de fitorreguladores sobre índice de colheita de soja. No entanto Tarun et al. (2016) verificou aumento na produção de sementes de soja com a aplicação de cloreto de chlormequat. O número de nós por planta não diferiu significativamente com a aplicação de fitorreguladores em soja (SOUZA et al., 2013). Na cultura do feijão, existe sensibilidade diferenciada dos genótipos aos fitorreguladores, com relação ao número de nós da planta (SOUZA et al., 2010).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância, quadrado médio para as variáveis: área foliar por planta (AF), altura de planta (AP), diâmetro da haste principal (DHP), peso de grãos

por planta (PG), número de grãos por planta (NGP), número de nós por planta (NNP), índice de colheita (IC) e massa de cem grãos (MCG) obtidos de plantas de soja em função de doses de cloreto de chlormequat e estádios de aplicação. Lages, SC, 2016/2017.

Fonte de variação	Quadrado médio							
	AF (cm ²)	AP (cm)	DHP (mm)	PG (g)	NGP (n°)	NNP (n°)	IC (%)	MCG (g)
Bloco	124734 ^{ns}	258,7 ^{ns}	1,6 ^{ns}	71,8 ^{ns}	2025 ^{ns}	0,1 ^{ns}	5,6 ^{ns}	442 ^{ns}
Estádio (E)	340 ^{ns}	42,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	8,3 ^{ns}	83 ^{ns}	1,1 ^{ns}	5,8 ^{ns}	114 ^{ns}
Dose (D)	21874 ^{ns}	34,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	3,6 ^{ns}	251 ^{***}	2,3 ^{ns}	3,8 ^{ns}	777 ^{ns}
E x D	26417 ^{ns}	24,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	6,9 ^{ns}	218 ^{**}	1,0 ^{ns}	4,1 ^{ns}	1018 ^{***}
Erro	25866	23,6	0,22	11	102	2,8	6,5	537,3
CV (%)	12,2	6,9	5,6	9,6	7,1	9,7	7,1	9,5

ns - não significativo; *, ** e *** - tratamentos diferem entre si significativamente em 10%, 5% e 1% pelo teste F. Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Houve interação entre o fitorregulador cloreto de chlormequat e estádios de aplicação sobre número de grãos por planta e massa de cem grãos (Tabela 1).

A dose do fitorregulador cloreto de chlormequat de 12,5 g i.a ha⁻¹ aplicada em estádio V5 e 50 g i.a ha⁻¹ em V9 e R1 apresentaram maior número de grãos por planta, no entanto, não foram diferentes da testemunha (Tabela 2). A dose de 25 g i.a ha⁻¹ aplicada no estádio V5 apresentou menor NGP em relação a mesma dose aplicada no estádio V9. De forma semelhante, a aplicação de cloreto de chlormequat nos estádios R1, R3 e R5 não influenciaram o NGP de soja (MARIANNO, 2016).

Nos estádios V5 e R1 não foi observado efeito das doses de cloreto de chlormequat sobre a massa de cem grãos (Tabela 2). No estádio V9 a doses 0,0, 12,5 e 75,0 g i.a ha⁻¹ apresentaram os maiores valores de massa de cem grãos que na dose de 50 g i.a ha⁻¹. A aplicação de cloreto de chlormequat em plantas de algodão cultivar IAC 19 promoveram aumento significativo da massa de 100 sementes em relação à testemunha (CARVALHO et al., 1994). Tarun et al. (2016) observaram incremento na massa de mil grãos de soja com aplicação do cloreto de chlormequat. Na cultura do feijão não foi observado efeito do cloreto de chlormequat sobre a massa de mil grãos (SOUZA et al., 2010). Em soja, Souza et al. (2013) e Linzmeyer Junior et al. (2008) também não verificaram efeito de reguladores sobre a massa de mil grãos de soja. Esse comportamento pode ser devido à massa das sementes ser uma característica inerente ao genótipo (COELHO et al., 2007).

Tabela 2 – Número de grãos por planta (NGP) e massa de cem grãos (MCG) de soja em função da aplicação de doses de cloreto de chlormequat em diferentes estádios fenológicos das plantas, Lages – SC.

Dose	Estádio
------	---------

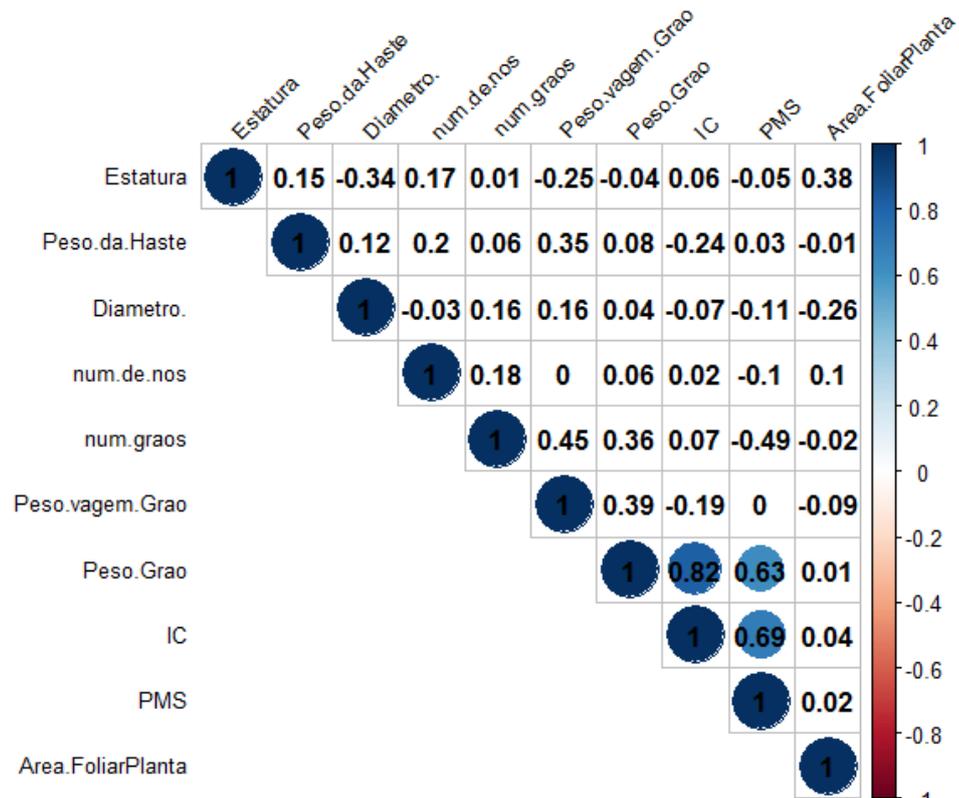
(g i.a. ha ⁻¹)	V5	V9	R1
Número de grãos por planta (NGP)			
0	141 aAB	139 aAB	140 aAB
12,5	149 aA	142 aAB	136 aB
25	134 bB	150 aA	145 abAB
50	141 aAB	153 aA	153 aA
75	137 aAB	134 aB	144 aAB
Massa de mil grãos (MCG) (g)			
0	22,7 bA	26,3 aA	25,1 abA
12,5	23,9 aA	25,1 aA	26,4 aA
25	25,1 aA	24,0 aAB	24,4 aA
50	25,0 aA	21,6 bB	23,4 abA
75	24,9 aA	25,4 aA	24,5 aA

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, e valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A análise de correlação de Spearman (Figura 1) indicou que o peso dos grãos por planta tem correlação positiva com índice de colheita e a massa de mil grãos. O índice de colheita apresentou correlação positiva com a massa de mil grãos. Souza et al. (2010) encontraram relação positiva entre o rendimento de grãos e massa de mil grãos, resultado este consistente em duas safras de avaliação de duas cultivares de soja. Embora tenha aumentado a massa de mil grãos e havido correlação com o rendimento de grãos, não foi observado aumento na produtividade com a aplicação de cloreto de chlormequat.

Figura 1 – Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas altura de plantas, peso da haste, diâmetro da haste principal, número de nós, número de grãos por planta, peso de vagens e grãos, índice de colheita, peso de mil sementes e área foliar por planta de soja em função da aplicação de doses de cloreto de chlormequat em diferentes estádios das plantas, Lages – SC.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

3.5 CONCLUSÃO

O fitorregulador cloreto de chlormequat não reduziu a altura da planta e não afetou a produção de grãos da soja, cultivar TMG 7062 IPRO, quando aplicado sobre plantas de soja cultivada em ambiente controlado, independente da dose utilizada e do estágio fenológico de aplicação do produto.

4 DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES E FITORREGULADORES

4.1 RESUMO

O acamamento de plantas reflete em diminuição do potencial produtivo da soja. O uso de fitorreguladores pode mitigar os efeitos negativos do acamamento de plantas e aumentar a produtividade de grãos. Objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade de grãos de soja TMG 7062 IPRO com tecnologia INTACTA e INOX decorrentes da aplicação de diferentes fitorreguladores no final da fase vegetativa da cultura. O experimento foi desenvolvido a campo na cidade de Lages/SC, durante a safra agrícola de 2016/2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. A combinação de produtos e doses, resultaram em dez tratamentos, os quais foram: cloreto de chlormequat (Tuval ®) nas doses de 100 (T1 Chlorm 1), 200 (T2 Chlorm 2) e 400 g i.a ha⁻¹ (T3 Chlorm 3); etefon (Etherel ®) nas doses de 110 (T4 Etefon 1), 220 (T5 Etefon 2) e 331 g i.a ha⁻¹. (T6 Etefon 3); benziladenina (Maxcel®) na dose de 8 g i.a ha⁻¹ (T7 Benz); prohexadiona de cálcio (Viviful ®) (T8 Pro.Ca 1) na dose de 68,8 g i.a ha⁻¹; (T9 Pro.Ca 2) na dose 110 g i.a ha⁻¹ e mais a testemunha, apenas água (T10 test), todos os tratamentos foram aplicados quando as plantas estavam em estágio V9. Os produtos foram aplicados quando as plantas estavam no estágio fenológico V9. Os fitorreguladores utilizados nessa pesquisa não afetaram inserção da primeira vagem e número de ramos. A altura de plantas foi menor com a aplicação dos fitorreguladores, exceto o etefon na dose de 4,6 ml. A massa de mil grãos (menor) e umidade (maior) indicam efeitos negativos da aplicação dos fitorreguladores Pro.Ca, Etefon e Benz. O emprego do fitorregulador cloreto de chlormequat em todas as doses utilizadas resultaram em grãos com maior diâmetro e maior produtividade de soja cv TMG 7062 IPRO.

Palavras-chave: *Glycine max.* Reguladores de crescimento. Produtividade.

4.2 INTRODUÇÃO

Fatores adversos refletem em diminuição do potencial de rendimento de grãos de soja, um destes fatores que gera perdas qualitativas e quantitativas é o acamamento das plantas (SOUZA et al., 2013). Nos últimos anos, o acamamento acentuado pode ser considerado como um dos principais pontos de estrangulamento para o bom desempenho de cultivares de soja, especialmente em regiões produtoras de elevada altitude como áreas situadas no Planalto e Oeste de Santa Catarina, Sudoeste do Paraná e Serra Gaúcha, com altitudes acima de 700 metros (BUZZELLO, 2010). Nesses locais pode ocorrer intenso crescimento vegetativo de algumas cultivares de soja devido maior amplitude térmica o que pode resultar em acamamento das plantas, dificultando e prejudicando a colheita (BUENO, 2011).

O acamamento é um dos fatores que podem limitar a produção da cultura da soja dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorrer devido à ruptura de tecidos causada pela prostração das plantas, além do sombreamento e redução no

teor de oxigênio para plantas que ficam sob as acamadas, prejudicando o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Os reguladores de crescimento podem ser utilizados na cultura da soja para melhorar o desempenho da cultura e minimizar a ocorrência do acamamento de plantas (SOUZA et al., 2013). Segundo Cato et al. (2006), a aplicação do regulador vegetal TIBA em soja, na cultivar Pintado, de hábito determinado, foi eficiente em reduzir a altura das plantas, sem aumentar a produção. Souza et al. (2013) verificou que o uso dos reguladores de crescimento cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquate possibilita plantas com menor altura na cultura da soja, cv. CD 226RR.

O uso de fitorreguladores pode evitar o crescimento excessivo das plantas de soja, minimizando o seu acamamento. A redução do acamamento promovida por fitorreguladores pode resultar em incremento do rendimento de grãos de soja. Segundo Marianno (2016) cultivares de soja respondem diferentemente de acordo com sua base genética as aplicações de fitorreguladores e aos estádios de aplicação, de forma que as aplicações em R1 tem seus efeitos mais acentuados que as aplicações posteriores, principalmente no que se refere a capacidade de desenvolver raízes mais volumosas e maior fixação de estruturas reprodutivas. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade de grãos de soja transgênica com tecnologia INTACTA e INOX decorrentes da aplicação de diferentes fitorreguladores aplicados no final da fase vegetativa desta cultura.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo, na área experimental localizada no Centro de Ciências Agroveterinárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC) em Lages/SC, cujas coordenadas geográficas são latitude 27°48'58``S e longitude 50°19'34``W. A semeadura foi realizada no dia 10/12/2016, foram utilizadas sementes de soja cultivar TMG 7062 IPRO tratadas com fipronil (Standak®), imidacloprido+tiodicarbe (Cropstar®) e inoculante a base de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, para fixação biológica de nitrogênio (na dose de 100 ml para 100 kg de sementes, com garantia de 6x10⁹ unidades formadoras de colônias por ml). Conforme a análise química do solo (teor de argila: 44%; pH (H₂O): 6,07; índice SMP: 6,12; matéria orgânica: 2,45%; P: 17,15 mg.dm⁻³; K: 47 mg.dm⁻³; Al_{troc}: 0 cmolc.dm⁻³; Ca_{troc}: 10,6 cmolc.dm⁻³; Mg_{troc}: 4,45 cmolc.dm⁻³; Al+H: 3,92 cmolc.dm⁻³; CTC: 19,3 cmolc.dm⁻³; saturação da CTC por bases: 79%; Sat da CTC por Al: 0%; S: 12,05 mg.dm⁻³; Zn: 1,02 mg.dm⁻³; Cu: 1,82 mg.dm⁻³; B: 0,76 mg.dm⁻³; Mn: 11,7 mg.dm⁻³. Foi

realizada a correção e adubação do solo objetivando o potencial produtivo de 6000 kg.ha⁻¹, conforme as indicações do manual de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para esta cultura (CQFS-RS/SC, 2004). As unidades experimentais foram compostas por cinco linhas de cinco metros lineares, com espaçamento de 0,5m entrelinhas, das quais apenas as três centrais foram colhidas e as duas linhas marginais foram consideradas bordadura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso. Os tratamentos resultaram da aplicação dos produtos cloreto de chlormequat nas doses de 10 mL/2L (T1 Chlorm 1), 20 mL/2L (T2 Chlorm 2) e 40 mL/2L (T3 Chlorm 3) do produto comercial Tuval®; etefon nas doses de 4,6 mL/2L (T4 Etefon 1), 9,2 mL/2L (T5 Etefon 2) e 13,8 mL/2L (T6 Etefon 3) do produto comercial Etherel®240; benziladenina (T7 Benz) na dose de 4 mL/2L do produto comercial Maxcel®; Prohexadiona de cálcio (T8 Pro.Ca 1) e (T9 Pro.Ca 2) 2,5 e 3,65 g/2L do produto comercial Viviful® e, mais a testemunha, apenas água (T10 test); com quatro repetições totalizando 40 parcelas.

Com base nas quantidades dos produtos comerciais diluídas, as concentrações destes, expressas em quantidade de ingrediente ativo por hectare foram, respectivamente: T1 Chlorm 1, T2 Chlorm 2 e T3 Chlorm 3, de 100, 200 e 400 g i.a. ha⁻¹ de cloreto de chlormequat; T4 Etefon 1, T5 Etefon 2 e T6 Etefon 3, 110, 220 e 331 g i.a. ha⁻¹ de Etefon; T7 Benz, 8 g i.a. ha⁻¹ de benziladenina; T8 Pro.Ca 1 e T9 Pro.Ca 2, 68,8 e 110 g i.a. ha⁻¹ de prohexadiona de cálcio.

Os produtos foram aplicados quando as plantas estavam no estágio V9. As doses dos produtos foram aplicadas via pulverizador costal de parcelas experimentais do modelo “Herbicat H” pressurizado por CO₂, com barra com quatro bicos tipo leque modelo “Teejet XR 110 02 VP” espaçados a 0,5m cada regulada para um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Sendo os produtos aplicados sempre às 17 h, velocidade do vento menor que 10 km h⁻¹ e temperatura do ar menor que 30 °C.

4.1.1 Avaliações e coleta de dados

A altura de plantas (AP) foi medida a partir do solo até a inserção da última vagem determinada com a utilização de régua graduada em milímetros (mm). A inserção da primeira vagem (IPV) foi determinada medindo-se a distância do primeiro nó cotiledonar até a inserção da primeira vagem com régua graduada em milímetros (mm). O número de nós (NN) foi determinado contando-se o número de nós na haste principal de cada planta. Foi determinado o número de ramos por planta (NRP) e o número de vagens por planta (NVP). No estágio R8

foi determinado a massa de mil grãos (MMG) determinada por contagem e respectiva pesagem de 1000 grãos amostrados de cada repetição via contador eletrônico de grãos marca Sanick e a umidade dos grãos (U) de acordo com as regras de análises de sementes – RAS. A produtividade de grãos por planta (PG) (determinada no estágio R8) foi corrigida para todas as parcelas experimentais na umidade padrão de 13%, conforme a seguinte equação: $PC = \text{Peso Úmido} * (100 - \text{Umidade Real} / 100 - 13)$. Sendo PC, peso corrigido.

Todas as avaliações dos componentes da produção foram realizadas em dez plantas obtidas aleatoriamente dentro da linha central de cada parcela experimental.

4.1.2 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 10%, 5% e 1% de significância e, quando detectadas variações significativas, as médias foram contrastadas pelo teste de Scott-Knott, além disso, foi realizada a correlação de Spearman entre as variáveis estudadas ($p < 0,05$). A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R Core Team, 2017).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que os fitorreguladores provocaram efeito significativo sobre altura de plantas, número de nós, número de vagens, umidade, massa de mil grãos, retenção de grãos sobre peneiras de 7,5 mm, 7,0 mm, 6,5 mm, 6,0 mm, 5,5 mm e 5,0 mm e produtividade (Tabela 3). Para inserção da primeira vagem e número de ramos não foi observado efeito dos fitorreguladores.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância, quadrado médio, resíduo e significância, referentes a aplicação de distintos fitorreguladores sobre plantas de soja, Lages – SC.

Fonte de variação	Bloco	Tratamentos	Erro
Altura de plantas (cm)	64,2 ns	54,0 **	21,0
Inserção da primeira vagem	3,4 ns	10,3 ns	4,1
Número de ramos	0,3 ns	0,5 ns	0,4
Número nós	2,3 ns	5,3**	1,3
Número vagens	17,5 ns	138,7*	36,5
Umidade	11,7 ns	5,0**	2,1
Massa de mil grãos	425,4 ns	563,3*	84,6
Peneira 7,5 (mm)	4,1 ns	17,6*	3,29
Peneira 7,0 (mm)	60,9 ns	232,7*	30,2
Peneira 6,5 (mm)	208,4 ns	52,7**	15,9
Peneira 6,0 (mm)	3,2 ns	66,1*	15,5
Peneira 5,5 (mm)	92,6 ns	95,5*	8,4
Peneira 5,0 (mm)	26,7 ns	17,4*	3,5
Rendimento	639793 ns	480188**	142223

ns - não significativo; *, ** e *** - tratamentos diferem entre si significativamente em 10%, 5% e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Todos os fitorreguladores, com exceção do Etefon-1, resultaram em plantas de menor altura (Tabela 4). Outros trabalhos já mostraram que fitorreguladores podem ser eficientes em reduzir a altura de plantas de soja. Tal redução é esperada de ocorrer quando as aplicações dos produtos são realizadas no início da fase vegetativa, momento em que as plantas se desenvolvem em altura. Souza et al. (2013) mostrou que a aplicação do fitorregulador cloreto de chlormequat reduz altura de plantas de soja com aplicação efetuada sobre plantas no estádio R1. Buzzello (2010) também verificou que os fitorreguladores cloreto de chlormequat na dose de 400 g.ha⁻¹ e etefon nas doses de 5.000, 10.000 e 15.000 g.ha⁻¹ reduziram altura das plantas de soja. Resultado semelhante foi encontrado por Campos (2005), quando realizou a aplicação de etefon na concentração de 120 g.ha⁻¹, e constatou que o tratamento promoveu redução de altura em plantas de soja (cultivar BRS 184), em relação à testemunha, após 90 dias da semeadura.

Embora tenha ocorrido redução na altura das plantas não foi possível mensurar se a redução provocada pelos fitorreguladores foi capaz de controlar o acamamento das plantas, visto que não ocorreram condições climáticas para ocorrência do fenômeno.

Outros trabalhos mostraram que a aplicação de fitorreguladores podem não interferir na altura das plantas de soja e outras culturas. Paikra et al. (2018) verificou que a aplicação de cloreto de mepiquat em mistura com ciclânilide resulta em plantas de soja com maior altura e maior número de ramos por planta. Souza et al. (2010) trabalhando com diferentes

fitorreguladores na cultura do feijão verificou que apenas o cloreto de clorocolina teve efeito na altura das plantas os outros fitorreguladores estudados como o cloreto de chlormequat, cloreto de mepiquat e trinexapac-ethyl não provocaram redução na altura. Esses resultados divergentes demonstram a necessidade de estudos relacionados a aplicação de fitorreguladores sobre a cultura da soja, visto que o efeito dessas substâncias sobre a altura das plantas pode ser dependente da cultivar, do estágio fenológico das plantas e da época de aplicação ou de cultivar desta cultura.

Tabela 4 – Altura de plantas, umidade (U), massa de mil grãos (MMG), percentual de retenção de grãos nas peneiras com diâmetro de 7,5, 7,0, 6,5, 6,0, 5,5 e 5,0 mm (P7,0, P6,5, P6,0, P5,5 e P5,0 respectivamente), número de vagens (NV), número de nós por planta (NN) e rendimento de grãos (RG) de soja em função da aplicação de distintos fitorreguladores de crescimento, Lages – SC.

Tratamentos	Altura	U	MMG	P 7.5	P 7.0	P 6.5	P 6.0	P 5.5	P 5.0	NV	NN	RG
T1 Chlorm - 1	53,5 b	16,3 b	161,1 b	0,5 b	22,7 c	30,8 a	30,0 a	11,2 b	3,1 b	28,0 b	13,3 b	2922 a
T2 Chlorm - 2	57,8 b	15,9 b	158,7 b	1,2 b	25,1 b	28,9 a	27,9 a	11,4 b	3,8 b	31,5 b	14,1 b	3141 a
T3 Chlorm - 3	55,6 b	16,2 b	162,6 b	1,2 b	28,2 b	29,8 a	26,5 a	9,0 b	3,1 b	30,4 b	13,3 b	2805 a
T4 Etefon - 1	60,1 a	18,5 a	139,5 c	1,6 b	17,0 c	21,2 b	29,2 a	19,0 a	6,3 a	27,6 b	14,0 b	2054 b
T5 Etefon - 2	53,3 b	19,2 a	142,4 c	1,2 b	19,2 c	21,8 b	29,5 a	17,4 a	6,3 a	22,7 b	13,1 b	2178 b
T6 Etefon - 3	56,2 b	18,5 a	146,8 c	2,5 b	20,6 c	22,7 b	28,2 a	15,7 a	5,4 a	28,9 b	13,9 b	2182 b
T7 Benz	56,5 b	17,1 a	146,0 c	2,3 b	15,7 c	22,7 b	31,8 a	17,2 a	5,5 a	30,4 b	14,4 b	2429 b
T8 Pro.Ca 1	55,1 b	17,8 a	141,7 c	0,9 b	14,7 c	21,9 b	31,8 a	19,5 a	6,8 a	27,3 b	13,4 b	2360 b
T9 Pro.Ca 2	52,7 b	17,7 a	143,0 c	0,8 b	13,3 c	21,6 b	34,7 a	19,5 a	6,6 a	32,3 b	13,6 b	2298 b
T10 Testemunha	64,9 a	16,3 b	174,9 a	8,0 a	38,5 a	26,1 a	18,7 b	5,8 c	1,4 b	45,4 a	17,2 a	2339 b

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Cloreto de chlormequat (Chlorm), etefon (Etefon), benziladenina (Benz), prohexadiona de cálcio (Pro.Ca): T1 Chlorm 1, T2 Chlorm 2 e T3 Chlorm 3, de 100, 200 e 400 g i.a. ha⁻¹ de cloreto de chlormequat; T4 Etefon 1, T5 Etefon 2 e T6 Etefon 3, 110, 220 e 331 g i.a. ha⁻¹ de Etefon; T7 Benz, 8 g i.a. ha⁻¹ de benziladenina; T8 Pro.Ca 1 e T9 Pro.Ca 2, 68,8 e 110 g i.a. ha⁻¹ de prohexadiona de cálcio.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Em relação a umidade dos grãos (Tabela 4) os fitorreguladores, Etefon 1, 2 e 3, Benz e Pro.Ca 1 e 2 apresentaram grãos com maior umidade. Esses mesmos produtos resultaram em menor massa de mil grãos. O fitorregulador Chlorm nas três doses utilizadas apresentaram MMG com valores intermediários, mas inferior ao T10 - testemunha. Buzzello (2010) verificou que os tratamentos com ethephon (5000, 10000 e 15000 g ha⁻¹) resultaram em menor massa de mil grãos em soja. No entanto, segundo o autor, isso provavelmente ocorreu em virtude do alto grau de injúria sofrida pelas plantas nestes tratamentos devido à alta concentração do produto. Souza et al. (2013) verificou que o fitorregulador trinexapac-ethyl teve efeito negativo na massa de mil grãos de soja, no entanto, outros fitorreguladores testados não afetaram a massa de mil grãos. Campos et al. (2007) também não verificou efeito de fitorreguladores sobre a massa de mil grãos em soja.

Essa diferença entre os resultados das diferentes pesquisas pode estar ligada à influência de alguns fatores, tais como ambientes, cultivares e estádios fenológicos de aplicação diferentes e por isso os resultados são distintos.

Em relação ao diâmetro dos grãos (Tabela 4) todos os tratamentos, com exceção da testemunha, apresentaram grãos com diâmetro menor que 7,5 mm. A mesma tendência foi observada na peneira de 7,0 mm. Na peneira de 6,5 mm a testemunha e o Chlorm, em todas as doses, apresentaram os maiores valores. Nas peneiras de 5,5 mm e 5,0 mm ocorreu o contrário os tratamentos que apresentaram menores valores foram a testemunha e o Chlorm em todas as doses, isso era esperado pois apresentaram grãos com maior diâmetro. Esses resultados indicam que o cloreto de chlormequat não reduz o diâmetro dos grãos de soja.

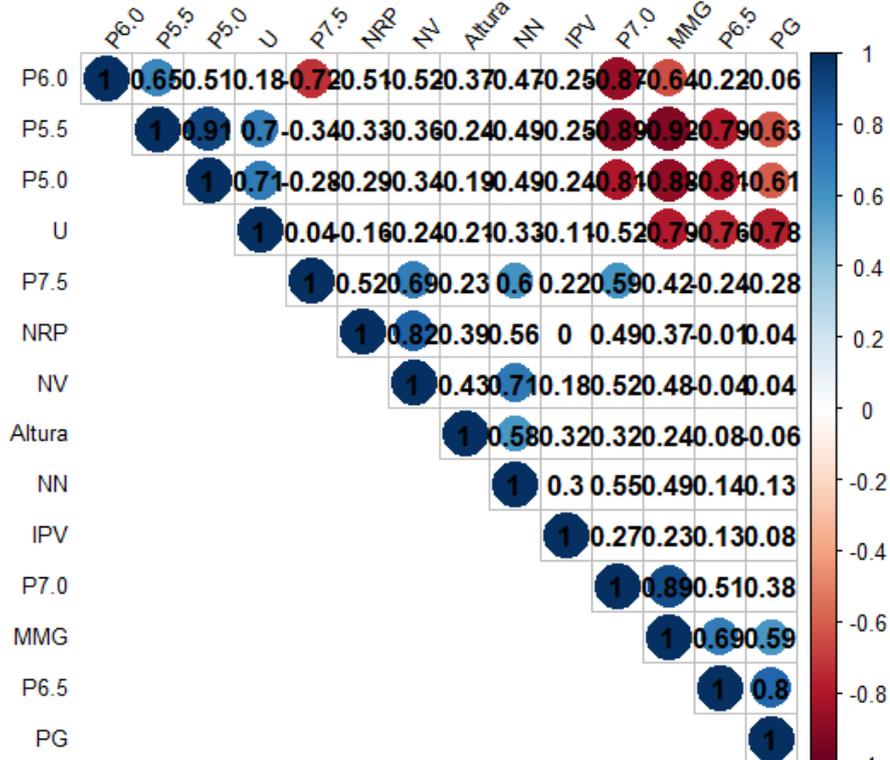
Para o número de nós e número de vagens por planta (Tabela 4) todos os tratamentos foram inferiores a testemunha. Esse resultado pode ser em função das plantas apresentarem menor altura nos tratamentos com fitorreguladores. Souza et al. (2013) não verificou efeito de fitorreguladores sobre o número de vagens em plantas. O estágio de aplicação de fitorreguladores em soja tem influência no número de vagens, as aplicações em R1 são mais efetivas no aumento do número de vagens (MARIANNO, 2016). O número de nós da haste principal de feijão, cultivar Pérola, foi reduzido pela aplicação de fitorreguladores, no entanto, para cultivar IAPAR-81 o número de nós aumentou com a aplicação de cloreto de mepiquat e trinexapac-ethyl (SOUZA et al., 2010). Os parâmetros altura de planta, número de ramos e número de trifólios por planta de soja diminuiu com a aplicação de cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquat (RAMESH; RAMPRASAD, 2015).

A produtividade (Tabela 4) foi afetada pela aplicação dos fitorreguladores. O produto cloreto de chlormequat nas diferentes doses (Chlorm – 1, Chlorm – 2 e Chlorm – 3) apresentaram maiores produtividade de grãos na comparação com os outros produtos e com a testemunha. Souza et al. (2013) observaram que os fitorreguladores, de maneira geral não alteram a produtividade da soja, exceto o trinexapac-ethyl que reduziu a produtividade da soja. No entanto, Marianno (2016) observou que a cv. NS 5959 IPRO apresentou redução de 12,1% na produtividade em decorrência da aplicação de cloreto de mepiquat e incrementou em 11,7% com a aplicação de cloreto de chlormequat. Este mesmo fitorregulador promoveu incremento de 9% para a cv. NS 5106 IPRO. A exposição da soja por duas semanas a benziladenina gerou incremento de 79% em casa de vegetação porém em situação de campo os resultados não diferiram das respectivas testemunhas (NAGEL, 2001). A aplicação do cloreto de mepiquat em mistura com ciclânilide resultou maior produtividade em soja, esse resultado pode estar

associado maior número de ramos por planta decorrente da aplicação da mistura (PAIKRA et al., 2018)

A análise de correlação de Spearman (Figura 2) indicou que grãos com menor diâmetro de peneira 5,0 mm e 5,5 mm tem correlação positiva com umidade dos grãos e correlação negativa com peneiras de 6,5 mm e 7,0 mm, com massa de mil grãos e produtividade. Já grãos com maior diâmetro de peneiras, tais como 6,5 ou 7,0 mm tem correlação positiva com a massa de mil grãos e a produtividade. O número de nós, número de ramos por planta e grãos com diâmetro de 7,5 mm tem relação positiva com o número de vagens. A massa de mil grãos tem relação positiva com a produtividade. A umidade dos grãos apresentou correlação negativa com a massa de mil grãos, peneira de 6,5 mm e produtividade de grãos. A correlação existente entre grãos com diâmetro de 7,0 mm, 6,0 mm, massa de mil grãos e umidade com a produtividade pode explicar em partes porque a aplicação de Chlorm independente da dose utilizada, apresentou maior produtividade de grãos em soja.

Figura 2 – Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas altura de plantas, inserção da primeira vagem (IV), número de ramos, número nós, número vagens, umidade, massa de mil grãos, peneira 7,5 (mm), peneira 7,0 (mm), peneira 6,5 (mm), peneira 6,0 (mm), peneira 5,5 (mm), peneira 5,0 (mm) e produtividade de soja em função da aplicação de distintos fitorreguladores de crescimento, Lages – SC.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.5 CONCLUSÃO

Os fitorreguladores testados não provocaram efeito na inserção da primeira vagem e número de ramos. Com exceção do etefon na dose de 110 g i.a. ha⁻¹, todos os fitorreguladores reduziram a altura das plantas.

A massa de mil grãos (menor) e umidade (maior) foram afetadas negativamente pela aplicação dos fitorreguladores prohexadiona de cálcio, etefon e benziladenina.

O cloreto de chlormequate em todas as doses utilizadas resultaram em grãos com maior diâmetro e maior produtividade de soja cv TMG 7062 IPRO.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de fitorreguladores na cultura da soja e doses utilizados nessa pesquisa reduziram a altura de plantas das plantas e isso é importante porque pode evitar o acamamento das plantas. No entanto, de acordo com outras pesquisas realizadas com fitorreguladores na cultura da soja, citadas na discussão do trabalho, é possível afirmar que a planta de soja responde diferentemente às condições ambientais de cultivo, aos produtos fitorreguladores, doses e época de aplicação.

A elevação dos componentes do rendimento e do rendimento de grãos de soja com a aplicação de fitorreguladores é dependente da substância utilizada, concentração, época de aplicação e ambiente de cultivo. No experimento conduzido em casa de vegetação a aplicação de cloreto de chlormequat no estágio V5 proporcionou maior número de grãos por planta de soja. A campo o cloreto de chlormequat aplicado no estágio V9 resultou em maior produtividade de grãos de soja.

O incremento na produtividade devido ao uso do cloreto de chlormequat ainda requer maior aprofundamento dos estudos quanto a resposta da planta de soja exposta a essa substância em diferentes doses ou estádios fenológicos para sua aplicação, bem como avaliar o comportamento de distintos genótipos desta cultura.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura do Governo Federal. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

ARRAES, R. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 119-140, jan./mar. 2012.

BERTOLIN, D. C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, mar. 2010.

BOUCHER, D. et al. **What's Driving Tropical Deforestation Today?** Union of Concerned Scientists, Washington, DC, USA. 2011.

BUENO, A. C. R. **A variação da amplitude térmica diária afeta o metabolismo de carbono e o crescimento de mudas de laranjeiras**. 2011. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2011.

BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar CD 214 RR**. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

CÂMARA, G. M. de S. **Introdução ao agronegócio soja**. Texto básico relativo às disciplinas LPV 0584: Cana-de-açúcar e soja (obrigatória) e LPV-0506: Plantas Oleaginosas (eletiva), do curso de graduação em Engenharia Agrônoma da USP/ESALQ, Piracicaba, 2016.

CAMPOS, M. F. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado) – UNESP, Botucatu, 2005.

CAMPOS, M. F. et al. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **VII Workshop Agroenergia Matérias Primas**, 2014.

CAMPOS, M. F. et al. Desenvolvimento de plantas de soja em resposta aos reguladores vegetais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 9-11, 2007.

CARVALHO, L. H. et al. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 247-254, nov.1994.

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

COELHO, C. M. M. et al. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, set./out. 2007.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. Segundo levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **História da Soja**. Cultivo da Soja. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>> Acesso em: 22 set. 2016.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Dados econômicos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>> Acesso em: 15 mar. 2018.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 265-272, fev. 2001.

LINZMEYER JUNIOR, R. et al. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 373-379, jul./set. 2008.

MAPA, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 05 mar. 2018.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comercio Exterior - MDIC. Balança comercial brasileira: Mensal - Dezembro 2015. 2015. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br//sitio/interna/interna.php?area=5&menu=5266&refr=1161>> Acesso em: 15 mar. 2018.

MURCIA, J. A. G. **Ação de reguladores vegetais em trigo (*Triticum aestivum* L) e cevada (*Hordeum vulgare* L)**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.

NAGEL, L. et al. Cytokinin regulation of flower and pod set in soybeans (*Glycine max* (L.). **Annals of Botany**, [S.l.], v. 88, n. 1, p. 27-31, jul. 2001.

PAIKRA, V. et al. Effect of cyclanilide + mepiquat chloride on growth and productivity of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **International Journal of Chemical Studies**, [S.l.], v. 6, n. 1, p.2167-2170, 2018.

RADEMACHER, Wilhelm. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, jun., 2000.

RAMESH. R.; RAMPRASAD. E. Effect of plant growth regulators on morphological, physiological and biochemical parameters of soybean (*Glycine max* L. Merrill). In: **Biotechnology and Bioforensics**. Singapura: Springer, 2015. P.61-71.

RIVM (Rijks Instituutvoor Volksgezondheden Milieu) 2011. Nederlands Voedingstoffenbestand (NEVO-online). Disponível em http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:216692&type=org&disposition=inline&ns_nc=1. Acesso em: 15 março de 2018.

SAFRAS; MERCADO - **Notícias Agrícolas**. Disponível em: <http://www.noticiasagricolas.com.br> Acesso em: 15 de março de 2018.

SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y.; BERTRAND, J. Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 227-242, 2012.

SANTOS, O. S. **A cultura da soja**, 1: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná/ Osmar Souza dos Santos, coord. – Rio de Janeiro: Globo, 1988. 298 p.

SOUZA, C. A. et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 634-643, maio/jun. 2013.

SOUZA, C. A. et al. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready TM. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, Dez. 2010.

SOUZA, C. A. et al. Atributos morfométricos e componentes da produção do feijoeiro sob efeito de redutores de crescimento. **Científica**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p. 30-38, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

TARUN, K. et al. Effect of foliar application of plant growth retardants on growth, yield and yield attributing parameters of soybean (*Glycine max* L.) Merrill. **International Journal of Agriculture Sciences**, [S.l.], v. 8, n. 50, p. 2158-2162, Oct. 2016.

ANEXO A - ESCALA DO DESENVOLVIMENTO E FENOLOGIA DA SOJA

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE - Emergência	R1 - Início do florescimento
VC - Cotilédone	R2 - Pleno florescimento
V1 - 1° nó (1° internó desenvolvido)	R3 - Início da formação de vagens
V2 - 2° nó	R4 - Plena formação de vagens
V3 - 3° nó	R5 - Início do enchimento das vagens
V4 - 4° nó	R6 - Pleno enchimento das vagens
V5 - 5° nó	R7 - Início da maturação
Vn - enésimo nó	R8 - Maturação plena

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018, a partir de Fehr e Caviness, 1977.