

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

ALEX FERNANDO BASÍLIO

**EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO CLORETO DE CLORMEQUATE
NOS ATRIBUTOS MORFOMÉTRICOS E DE RENDIMENTO DE PLANTAS DE
SOJA**

**LAGES
2020**

ALEX FERNANDO BASÍLIO

**EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO CLORETO DE CLORMEQUATE
NOS ATRIBUTOS MORFOMÉTRICOS E DE RENDIMENTO DE PLANTAS DE
SOJA**

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

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

LAGES, SC

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Basílio, Alex Fernando
Efeito Do Regulador De Crescimento Cloreto De
Cloromequate Nos Atributos Morfométricos E De Rendimento
De Plantas De Soja / Alex Fernando Basílio. -- 2020.
82 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,
2020.

1. Glycine max. 2. Fitormônios. 3. Acamamento de
plantas. 4. Épocas de semeadura. I. Arruda de Souza, Clovis.
II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. III. Título.

ALEX FERNANDO BASÍLIO

**EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO CLORETO DE CLORMEQUATE
NOS ATRIBUTOS MORFOMÉTRICOS E DE RENDIMENTO DE PLANTAS DE
SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de concentração: fisiologia e manejo de plantas.

BANCA EXAMINADORA

Orientador:



Clovis Arruda de Souza, Dr.

UDESC – Lages, SC

Membros:



Luís Sangoi, Dr.

UDESC – Lages, SC



Deivid Luis Vieira Stefen, Dr.

UNOCHAPECÓ – Chapecó, SC

Lages, 21 de julho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo apoio, pelo ensino gratuito e de qualidade, em especial ao CAV (Centro de Ciências Agroveterinárias) pelo suporte do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal e por todas as oportunidades e amizades proporcionadas.

Ao professor Clovis Arruda de Souza pela orientação, pela confiança, respeito e disposição de sempre para ajudar e ensinar.

Aos integrantes do laboratório de plantas de lavoura, sempre dispostos a ajudar, conversar, e ensinar, em especial aos colegas Rodrigo, Camila, Raíssa, Magaiver, Gesieli, Franciele, João Francisco, Maira, Marcos, Hugo e Luciele que sempre incentivaram a jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e ao CNPQ, CAPES/PROAP, FAPESC/UDESC, UNIEDU/FUMDES, UDESC/PROMOP, UDESC/PIC, pelo apoio a pesquisa na instituição.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e contribuições prestadas neste trabalho, e aos professores Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelo aprendizado e excelente trabalho desenvolvido na instituição.

A todos que de algum modo me ajudaram durante o mestrado.

Muito obrigado!

RESUMO

Algumas cultivares de soja tem por característica do genótipo apresentarem elevado crescimento vegetativo; crescimento este que depende das condições climáticas e de manejo durante o cultivo. Em tais condições o uso de reguladores de crescimento inibidores da síntese de giberelinas, pode ser viável para obtenção de plantas com menor altura e maior resistência ao acamamento, e que também favoreçam o equilíbrio entre órgãos vegetativos e reprodutivos. Uma série de trabalhos foram desenvolvidos com o regulador de crescimento cloreto de cloromequate mostrando resultados promissores, no entanto a resposta das plantas a sua aplicação pode variar em função do manejo e do genótipo utilizado. Diante do exposto, objetivou-se no presente estudo avaliar o efeito do regulador cloreto de cloromequate, em função da cultivar, época de semeadura, estágio de aplicação e dose do produto. O estudo foi separado em experimentos, em casa de vegetação e em condições de campo, em áreas experimentais da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizado em Lages-SC, nas safras 2018/19 e 2019/20. Em casa de vegetação na safra 2018/19 foram testadas doses crescentes do regulador cloreto de cloromequate: 0 (sem aplicação), 25, 50, 75 e 100 g i.a. ha⁻¹, aplicados em três estádios fenológicos: V9, R1, e R3, em duas cultivares: TMG 7062 e BMX Zeus, constituindo o esquema fatorial 2 x 3 x 5 com cinco repetições. Em condições de campo o experimento ocorreu em duas safras, 2018/19 e 2019/20, onde o regulador de crescimento cloreto de cloromequate foi aplicado em três cultivares de ciclos distintos: BS 2606, BMX Zeus e TMG 7262, na dose de 75 g i.a. ha⁻¹, em três estádios de aplicação, mais a testemunha sem aplicação, em duas diferentes épocas de semeadura, constituindo o esquema fatorial 3 x 4 x 2 com quatro repetições em blocos casualizados. Foram avaliadas características morfométricas e componentes de rendimento. Os resultados em casa de vegetação indicam maior eficiência das doses 75 e 100 g i.a. ha⁻¹ na redução altura de planta e do comprimento médio de entrenós com o incremento das doses de cloreto de cloromequate no estágio V9, com aumento no diâmetro haste principal, características que favorecem resistência ao acamamento, sem alterar componentes de rendimento, e prejudicar o rendimento de grãos. Em condições de campo as aplicações no estágio R1 se mostraram mais promissoras na redução de altura de plantas, independente da cultivar, sem influenciar o número de vagens e o peso de mil grãos, e aumentaram o índice de colheita na primeira época de semeadura. A

aplicação do cloreto de cloromequate se mostrou eficiente para redução de altura de plantas, principalmente quando aplicado nos estádios V9 e R1, sem alterar o rendimento de grãos porém a magnitude da resposta varia em função do genótipo e época de semeadura.

Palavras-chave: *Glycine max.* Fitormônios. Acamamento de plantas. Épocas de semeadura.

ABSTRACT

Some soybean cultivars have characteristics of high vegetative growth, climatic conditions and management that can influence this characteristic. In such conditions the use of growth regulators that inhibit the synthesis of gibberellins, it can be viable to obtain plants with less height and greater resistance to lodging, and that also favor the balance between vegetative and reproductive organs. A series of studies were developed with the chlormequat growth regulator showing promising results, however the response of plants to their application may vary depending on the management and genotype used. In view of the above, the present study aims to evaluate the effect of the chlormequat growth regulator, according to the cultivar, sowing date, application stage and product dose. The study was separated into two experiments, in greenhouse and field conditions, in experimental areas of the State University of Santa Catarina, located in Lages-SC, in the 2018/19 and 2019/20 growing seasons. In the greenhouse in the 2018/19 season, increasing doses of the chlormequat regulator, were tested: 0 (without application), 25, 50, 75 and 100 g a.i. ha⁻¹, applied in three phenological stages: V9, R1 and R3, in two cultivars: TMG 7062 and BMX Zeus, constituting the 2 x 3 x 5 factorial scheme with five replications. Under field conditions the experiment was conducted in two seasons, 2018/19 and 2019/20, where the growth regulator was applied in three cultivars of different cycles: BS 2606, BMX Zeus and TMG 7262, at dose of 75 g a.i. ha⁻¹, in three phenological stages, and without application, the cultivars were sown at two different sowing times, constituting the factorial scheme 3 x 4 x 2 with four replications in randomized blocks. Morphometric characteristics and yield components were evaluated. The results in the greenhouse indicate efficiency in reducing plant height and the average length of internodes with the increase of chlormequat doses in the V9 stage, with an increase in the main stem diameter, characteristics that favor lodging resistance. The increase in doses does not alter reproductive components and does not affect grain yield, the doses 75 and 100 g a.i. ha⁻¹ are more efficient. At field conditions such as applications in the R1 stage, the reduction of plant height, regardless of the cultivar, is more promising, without influencing the number of pods and the weight of a thousand grains, and increasing the harvest index in the first sowing season. The application of chlormequat proved to be efficient for plant height reduction, mainly when applied in stages V9 and R1, without

altering the grain yield but the answer changes depending on the genotype and sowing time.

Keywords: *Glycine max.* Phytohormones. Plant lodging. growing seasons.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Condições meteorológicas de precipitação, temperaturas máxima, mínima e média na cidade de Lages-SC, durante a condução do experimento nas safras a) 2018/19 e b) 2019/20. Lages, 2020.31
- Figura 2 – Altura de plantas (AP) de soja em função de doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em três estádios fenológicos distintos, em ambiente de casa de vegetação. Lages SC, safra 2018/19.36
- Figura 3 – Altura de plantas (AP) de soja das cultivares BMX ZEUS e TMG 7062 em função de doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate, em ambiente de casa de vegetação. Lages SC, safra 2018/19.38
- Figura 4 – Número de nós (NN) em plantas de soja em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em distintos estádios fenológicos. Lages SC, safra 2018/19.39
- Figura 5 – Número de nós (NN) de plantas de soja das cultivares BMX ZEUS e TMG 7062, em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate. Lages SC, safra 2018/19.40
- Figura 6 – Comprimento médio dos entrenós (CE) plantas de soja da cultivar BMX ZEUS em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em distintos estádios fenológicos. Lages SC, safra 2018/19.41
- Figura 7 – Comprimento médio dos entrenós (CE) de plantas de soja da cultivar TMG 7062 em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em distintos estádios fenológicos. Lages SC, safra 2018/19.42
- Figura 8 – Diâmetro da haste principal (DHP) de plantas de soja das cultivares BMX ZEUS e TMG 7062, em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em distintos estádios fenológicos. Lages, SC, safra 2018/19.43
- Figura 9 – Diâmetro da haste principal (DHP) em plantas de soja das cultivares BMX ZEUS e TMG 7062, em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate. Lages, SC, safra 2018/2019.44

Figura 10 – Número de vagens de plantas (NVP) da cultivar de soja BMX Zeus em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em três estádios fenológicos distintos. Lages, SC, safra 2018/19.....	45
Figura 11 – Número de vagens de plantas (NVP) da cultivar de soja TMG 7062 em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em três estádios fenológicos distintos. Lages, SC, safra 2018/19.....	46
Figura 12 – Peso de cem grãos (PCG) das cultivares de soja BMX Zeus e TMG 7062 em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em três estádios fenológicos distintos. Lages, SC, safra 2018/19.....	47
Figura 13 – Índice de colheita (IC) das cultivares de soja BMX Zeus e TMG 7062 em função das doses do regulador cloreto de cloromequate. Lages, SC, safra 2018/19.....	48
Figura 14 – Altura de plantas de soja das cultivares BS 2606, BMX Zeus e TMG 7262 nas safras 2018/19 e 2019/20 sob aplicação do regulador cloreto de cloromequate. Lages, SC, 2020.....	50
Figura 15 – Número de nós da haste principal de plantas de soja das cultivares BS 2606, BMX Zeus e TMG 7262 nas safras 2018/19 e 2019/20 sob aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate. Lages, SC, 2020.....	53
Figura 16 – Comprimento de entrenós da haste principal de plantas de soja das cultivares BS 2606, BMX Zeus e TMG 7262 nas safras 2018/19 e 2019/20 sob aplicação do regulador cloreto de cloromequate. Lages, SC, 2020. .	57
Figura 17 – Peso de mil grãos (PMG) de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.....	66
Figura 18 – Peso de mil grãos (PMG) de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.....	67
Figura 19 – Teor relativo de clorofila pelo índice SPAD de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	68
Figura 20 – Índice de área foliar de plantas de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	69

Figura 21 – Índice de área foliar das cultivares BMX Zeus, BS 2606 e TMG 7262 na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	70
Figura 22 – Rendimento de grãos (RG) estimado de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas e físicas do solo das áreas experimentais nos anos agrícolas 2018/19 e 2019/20. Lages, SC.	28
Tabela 2 – Altura de plantas de soja (cm) semeadas em duas épocas distintas sob aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate em diferentes estádios fenológicos na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	50
Tabela 3 – Altura de plantas de soja (cm) em função do estágio de aplicação do regulador de crescimento e cultivar de soja na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	51
Tabela 4 – Diâmetro da haste principal de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	52
Tabela 5 – Número de nós da haste principal de plantas de soja semeadas em duas épocas distintas sob aplicação do regulador cloreto de cloromequate em diferentes estádios fenológicos na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	54
Tabela 6 – Número de ramos por planta de soja em função do estágio de aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate, época de semeadura e cultivar de soja na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	55
Tabela 7 – Número de ramos por planta (NRP) em função da época de semeadura e cultivar de soja na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	56
Tabela 8 – Comprimento de entrenós (cm) da haste principal de plantas de soja semeadas em duas épocas distintas sob aplicação do regulador cloreto de cloromequate em diferentes estádios fenológicos na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	58
Tabela 9 – Índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) de plantas de soja em função de época de semeadura, cultivar de soja e estágio de aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	59
Tabela 10 – Índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) de plantas de soja em função do estágio de aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate e cultivar de soja na safra 2019/20. Lages, SC, 2020. .	60
Tabela 11 – Número de vagens por planta (NVP) de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	60

Tabela 12 – Número de grãos por vagem (NGV) de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	61
Tabela 13 – Número de vagens por planta (NVP) e de grãos por vagens (NVG) de plantas de soja em função da época de semeadura e cultivar na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	62
Tabela 14 – Índice de colheita de três cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas na safra 2018/19. Lages, SC, 2020.	63
Tabela 15 – Índice de colheita de cultivares de soja em função da época de semeadura e estágio de aplicação do regulador cloreto de cloromequate na safra 2019/20. Lages, SC, 2020.	64
Tabela 16 – Índice de acamamento de plantas de soja em função de três cultivares distintas e do estágio de aplicação do regulador de crescimento cloreto de cloromequate. Safra 2019/20, Lages, SC, 2020.	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
+	Soma
>	maior
°	Graus
°C	Graus Celsius / Graus Centígrados
AF	Área foliar
ANOVA	Análise de variância
AP	Altura de planta
Ca	Cálcio
CE	Comprimento de entrenós
CEPA	Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
cm	Centímetros
Cmol	Centimol
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de troca de cátions
CV	Coeficiente de variação
DHP	Diâmetro da haste principal
dm	Decímetro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FECAV	Fazenda experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias
FV	Fontes de variação
g	Gramas
GL	Graus de liberdade
h	horas
H ⁺ +Al ⁺³	Acidez potencial
H ₂ O	Água
ha	Hectare
i.a.	Ingrediente Ativo

lb	Libra
IC	Índice de colheita
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
kg	Kilograma / quilograma
L	Litro
M.O.	Matéria orgânica
Mg	Magnésio
mg	Miligrama
ml	mililitros
mm	Milímetros
MMG	Massa de mil grãos
MS	Matéria Seca
MU	Massa úmida dos grãos
N	Nitrogênio
n°	Contagem numérica
NDVI	Índice de vegetação por diferença normalizada
NGV	Número de grãos por vagem
NN	Número de nós
ns	Não significativo
NVP	Número de vagens por planta
O	Oeste
P	Fósforo
p	Probabilidade
PC	Produção corrigida, peso corrigido
PCG	Peso de cem grãos
PG	Produção de grãos
pH	Potencial hidrogeniônico
pl	Planta
PMG	Peso de mil grãos
pol	Polegada
R ²	Coefficiente de determinação

RG	Rendimento de grãos
RP	Ramos por planta
RS	Rio Grande do Sul
S	Sul
SC	Santa Catarina
SPAD	Soil Plant Analysis Development
t	Tonelada
U	Umidade dos grãos
UFC	Unidades formadoras de colônia
UP	Umidade padrão
UR	Umidade real
V%	Saturação por base

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	19
1.2	HISTÓRICO DO CULTIVO	20
1.3	ECOFISIOLOGIA DA SOJA	21
1.4	ACAMAMENTO DE PLANTAS	23
1.5	REGULADORES DE CRESCIMENTO	24
1.6	HIPÓTESES.....	27
1.7	OBJETIVOS	27
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1	EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO	28
2.2	EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES DE CAMPO	29
2.3	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	32
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1	EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO	36
3.1.1	Altura de plantas	36
3.1.2	Número de nós (NN).....	38
3.1.3	Número de ramos por planta (RP)	40
3.1.4	Comprimento médio dos entrenós (CE).....	40
3.1.5	Diâmetro da haste principal (DHP)	42
3.1.6	Número de vagens por planta (NVP)	44
3.1.7	Número de grãos por vagem (NGV).....	46
3.1.8	Peso de cem grãos (PCG)	47
3.1.9	Índice de colheita (IC)	48
3.2	EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES DE CAMPO	49
3.2.1	Altura de Plantas (AP).....	49
3.2.2	Diâmetro da haste principal (DHP)	51
3.2.3	Número de nós (NN).....	52
3.2.4	Número de ramos por planta (NRP).....	54
3.2.6	Índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI)	58
3.2.7	Número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV).....	60

3.2.8	Índice de colheita (IC)	62
3.2.9	Peso de mil grãos (PMG)	65
3.2.10	Teor relativo de clorofila (SPAD)	68
3.2.11	Índice de área foliar (IAF)	69
3.2.12	Rendimento de grãos.....	70
3.2.13	Acamamento.....	71
4	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS.....	74
	APÊNDICE A	79
	APÊNDICE B	80
	APÊNDICE C	81
	APÊNDICE D	82