

**MARCELO EDUARDO TORMEM**

**HORMÔNIOS E DESPONTE COMO ESTRATÉGIA MITIGADORA DA DESFOLHA  
NOS ESTÁDIOS REPRODUTIVOS DA SOJA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

**LAGES– SC**

2018

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

Tormem, Marcelo Eduardo

Hormônios e desponte como estratégia mitigadora da desfolha nos estádios reprodutivos da soja/ Marcelo Eduardo Tormem. - 2018

143p. Il.

Orientador: Clovis Arruda de Souza

Bibliografia: p. 131-137

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

1. *Glycine max* Merril L. 2. Desfolha simulada. 3. Reguladores de crescimento. 4. Desponte. 5. Produtividade. I. Tormem, Marcelo Eduardo. II. Souza, Clovis Arruda de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Mitigação dos efeitos de desfolha simulada no estádio reprodutivo sobre plantas de soja

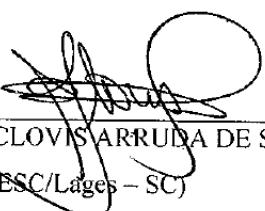
**MARCELO EDUARDO TORMEM**

**HORMÔNIOS E DESPONTE COMO ESTRATÉGIA MITIGADORA DA DESFOLHA  
NOS ESTÁDIOS REPRODUTIVOS DA SOJA**

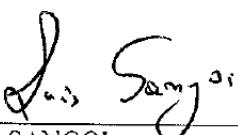
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Banca Examinadora:**

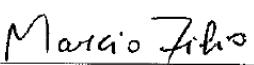
Orientador:

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. CLOVIS ARRUDA DE SOUZA**  
(UDESC/Lages – SC)

Membro:

  
\_\_\_\_\_  
**PhD. LUIS SANGOI**  
(UDESC/Lages – SC)

Membro externo:

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. MARCIO ZILIO**  
(UNOESC/ Campos Novos – SC)

**Lages (SC), 19/02/2018.**



Dedico a minha família e amigos que sempre  
estão ao meu lado, aconselhando e motivando  
enfrentar novos desafios em busca de meus  
sonhos.



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela sabedoria, saúde e força em todos os momentos da vida. A minha família por todo o apoio e incentivo durante a caminhada. Ao professor Dr. Clovis Arruda de Souza pelo auxílio e dedicação durante todo o curso, experimento e construção da dissertação. A meus colegas Isaac, Deivid, Cristiane, Magaiver, Vírgílio, Gustavo, Emanuel que auxiliaram em todas as atividades e se tornaram grandes amigos ao longo do curso. Ao Município de Brunópolis/SC, pela liberação em tempo parcial, para maior qualificação profissional.



*Peço que discordem de mim,  
porque a concordância é preguiçosa  
e a discordância é provocadora.*

Eduardo Portella



## RESUMO

TORMEM, Marcelo Eduardo. **Hormônios e desponte como estratégia mitigadora da desfolha nos estádios reprodutivos da soja.** 2018, 143 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área de concentração: fisiologia e manejo de plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Lages. 2018.

As desfolhas em soja reduzem a produtividade de grãos, mas há possibilidade de mitigar seus efeitos negativos pela aplicação de produtos ou técnicas de manejo visando manter o potencial de produção das lavouras desta cultura. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de fitormônios e desponte de plantas como estratégia mitigadora da desfolha realizada nos estádios reprodutivos da soja. Foram conduzidos experimentos de campo nas safras 2015/2016 e 2016/2017, com as cultivares NS\_5000\_IPRO e M\_5917\_IPRO, os tratamentos foram: dois estádios de realização de desfolhas: R1 e R3; três níveis de desfolha: D0%, D50% e D100% de área foliar retirada; e 6 fitormônios: AIB, cloreto mepiquate, etefon, AVG, AS, cinetina+ácido giberélico+ácido indolbutírico e testemunha. Os dados sempre foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas com o teste de Duncan e Dunnett, ( $p<0,05$ ). As desfolhas de D100% reduziram: altura de planta (ALT), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), diâmetro médio de semente (DMS), produtividade de grãos (PROD) e germinação de sementes (G%). A desfolha D50% reduziu ALT e MMS, em outras características houve recuperação, com destaque na recuperação da PROD na cultivar M\_5917\_IPRO no estádio R1 (safra 2015/2016) e R3 (safra 2015/2016 e 2016/17). Os fitormônios não alteraram as variáveis analisadas após as desfolhas. Os componentes do rendimento NSP e NSV tiveram correlação linear positiva com a PROD, independente do nível de desfolhas. Também foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação, no primeiro foram usadas: as duas cultivares semeadas no campo, dois estádios de desfolha R1 e R3 e cinco níveis de desfolha: D0%, D16%, D33%, D66% e D100%. Os dados foram submetidos as mesmas análises estatísticas de campo, além de dados quantitativos serem submetidos análise de regressão. A cultivar NS\_5000\_IPRO resistiu mais a desfolha: reduziu a ALT e aumentou o IC (índice de colheita), mantendo a PROD até desfolhas de D66%. A cv. M\_5917\_IPRO teve maior PROD quando não desfolhada, após desfolhada manteve o crescimento em ALT e teve redução no NVP, NSP e PROD. No estádio R1 as plantas mantém a produção de grãos e MMS com desfolhas de até D66%. No estádio R3, as plantas possuem maior ALT e MST (massa seca de planta), desfolhas de até D33% não reduziram a PROD em relação a testemunha. No 2º experimento em casa de vegetação foi utilizada a cultivar M\_5917\_IPRO; três desfolhas: D0%, D66% e D100%; e cinco estratégias de quebra de dominância apical: retirada de 1 nó da planta a partir do ápice (1no), retirada de 3no, aplicação foliar de benziladenina ou mepiquate e testemunha. A aplicação de mepiquate em plantas com D0% aumentou a PROD em relação a testemunha. Nas desfolhas D66% somente as plantas com retirada de 3no tiveram PROD semelhante a testemunha. Conclui-se que desfolhas >D66% realizadas nos estádios reprodutivos reduzem a PROD, desfolhas intermediárias são suportadas pelas plantas dependendo da cultivar e estádio de ocorrência. Aplicações de fitormônios, somente nas plantas desfolhadas, não influenciaram na PROD. O desponte pode ser usado para reduzir a ALT de plantas e estimular a produção de ramos frutíferos, devendo ser mais estudado para manter a PROD em plantas de soja submetidas à desfolhas.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, Desfolha artificial, Fitorreguladores, Dominância apical.



## ABSTRACT

TORMEM, Marcelo Eduardo. **Phytormones and top lopping as mitigators of the effects of defoliation in the reproductive stage of soybean plants.** 2018, 143 p. Dissertation (Master in Plant Production –Research area: Physiology and plant management) - Santa Catarina State University. Post Graduate Program in Plant Production. Lages, 2018.

The defoliation reduces grain yield, but it is possible to mitigate its negative effects by applying products or management techniques in order to maintain the yield potential production of this crop. The objective of this study was to evaluate the effects of the application of phytohormones and shoot apex cutting as mitigation strategy to defoliation carried out at the reproductive stages of soybean. Field and greenhouse experiments were conducted in the 2015/2016 and 2016/2017 growing seasons, using the cultivars NS\_5000\_IPRO and M\_5917\_IPRO. In the field the treatments were: two stages of defoliation: R1 and R3; three levels of defoliation: D0%, D50% and D100% of leaf area removed; and 6 phytohormones: AIB, mepiquat, ethephon, AVG, AS, kinetin + gibberellic acid + indolbutiric acid and control. Data were submitted to ANOVA and the means were compared with the Duncan and Dunnett test ( $p < 0.05$ ). D100% defoliation reduced plant height (ALT), number of pods per plant (NVP), number of seeds per plant (NSP), mass of one thousand seeds (MMS), mean seed diameter (DMS), seed yield grains (PROD) and seed germination (G%). Defoliation D50% reduced ALT and MMS, other characteristics evaluated did not suffer reductions in some stages, with recovery of PROD. The NSP and NSV yield components always had positive linear correlation with the PROD, regardless of the occurrence of defoliation. In the first greenhouse experiment, two cultivars, two stages of defoliation R1 and R3, and five levels of defoliation were used: D0%, D16%, D33%, D66% and D100%. In the second experiment the cultivar M\_5917\_IPRO was used; 3 defoliations: D0%, D66% and D100%; and 5 apical dominance breaking strategies: removal of 1nóde of the plant from the apex (1no), removal of 3no, foliar application of benzyladenine or mepiquat and control. The data were submitted to the same field statistical analysis, besides quantitative data were submitted to regression analysis and in the qualitative the means were compared with the Tukey test. The NS\_5000\_IPRO cultivar further resisted the defoliation by reducing ALT and increasing IC (harvest index), maintaining the PROD to defoliation of D66%. The cv. M\_5917\_IPRO was more productive than cv. NS\_5000\_IPRO when it did not have defoliation, after suffering defoliation maintained a growth in ALT and had reduction in NVP, NSP and PROD. The R1 stage plants are still able to maintain grain yield and MMS with defoliation of up to 66%. In the R3 stage, the plants have higher MST (plant dry mass) and ALT, defoliation of up to D33% did not cause a reduction of the PROD. The application of mepiquat in plants with D0% increased the PROD in relation to the control. In the defoliation D66% only plants with removal of 3a had PROD similar to the control. It was concluded that the occurrence of defoliation> D66% in the reproductive stages reduces the PROD, intermediate leaves are supported by the plants depending on the cultivar and stage of occurrence. Exogenous applications of phytohormones in leafless plants did not influence PROD. Removal of the apex from the main stem can be used as a strategy to reduce plant ALT and stimulate the production of fruiting branches and should be further studied to maintain the potential of PROD in soybean plants subjected to defoliation.

**Keywords:** *Glycine max*, Artificial defoliation, Phytoregulators, Apical dominance.



## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 – Momento da realização da semeadura, realização das desfolhas, colheita, de acordo com a precipitação pluvial 24 h (mm) e temperatura média (°C) registradas nas safras de a) 2015/16 e b) 2016/17. Brunópolis, SC .....  | 49  |
| Figura 2 - a) Desfolhador de soja: equipamento composto por gancho, pontas metálicas e hastes de madeira e b) níveis de desfolha de plantas de soja: sem desfolha (D0%) e após o uso do desfolhador (D50 % e D100%). Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17.....  | 51  |
| Figura 3 – Equipamentos utilizados para a avaliação em plantas de soja no final e após colheita: a) altura de planta; b) colheitadeira mecânica de parcelas; c) contador eletromecânico de sementes de soja e d) conjunto de peneiras com diferentes diâmetros de crivo circular (furo). Brunópolis, SC, 2016 e 2017..... | 54  |
| Figura 4 - Tratamentos realizados nas plantas de soja no estádio R2: Desfolha D0%, D66% e D100%, das plantas testemunhas para estratégia de mitigação de desfolha (a); retirada do 1º no a partir do ápice, ou retirada do 3º no a partir do ápice das plantas com desfolha de D100% (b). Lages, SC, 2017.....            | 97  |
| Figura 5 - Altura de planta (cm), de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....   | 99  |
| Figura 6 - Número de nós, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....   | 100 |
| Figura 7 - Comprimento médio de internódio, a) em função de duas cultivares de soja, com ocorrência de cinco níveis de desfolhas; b) em função de duas cultivares de soja. Lages, SC, safra de 2016. ....   | 101 |
| Figura 8 - Diâmetro da haste principal (DHP; mm); a) em função da ocorrência de cinco níveis de desfolhas; b) em duas cultivares. Lages, SC, safra de 2016. ....  | 102 |
| Figura 9 - Número de vagens por planta, de duas cultivares de soja, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....   | 103 |
| Figura 10 - Número de sementes por planta, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....  | 104 |
| Figura 11 - Número de sementes por vagem, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....   | 105 |
| Figura 12 - Massa de mil sementes, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.....   | 106 |
| Figura 13 - Massa total por planta (g), de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.....  | 107 |



- Figura 14 - Produtividade de sementes (g) por planta, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. 108
- Figura 15 - Índice de colheita, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016. ....109
- Figura 16 - Efeito relativo (considerado D0% = 100%) sobre a altura de planta, produtividade de sementes (PROD) e índice de colheita (IC) da cultivar NS\_5000\_IPRO, no estádio fenológico R3, sob cinco níveis de desfolha. Lages, SC, 2016.....112



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Resumo das características ambientais das glebas usadas nos experimentos de soja. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....   | 48 |
| Tabela 2 - Resumos dos resultados das análises de solo de três glebas utilizadas em experimentos de soja, no município de Brunópolis, SC, 2015 e 2016. ....   | 50 |
| Tabela 3 - Descrição dos produtos comerciais usados para a mitigação dos efeitos de desfolha em soja. ....  | 52 |
| Tabela 4 - Resumo das datas de realização da semeadura, aplicação dos tratamentos e colheita de três experimentos, a campo, sobre mitigação dos efeitos de desfolha, no município de Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. .... | 53 |
| Tabela 5 - Altura de planta (cm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safra 2015/16 e 2016/17. ....   | 57 |
| Tabela 6 - Altura de planta (cm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....  | 58 |
| Tabela 7 - Número de vagens por planta (NVP) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safra 2015/16 e 2016/17. ....   | 60 |
| Tabela 8 - Número de vagens por planta da cultivar de soja M_5917_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16 e 2016/17. ....   | 61 |
| Tabela 9 - Número de sementes por planta de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....  | 63 |
| Tabela 10 - Número de sementes por planta, cultivar de soja NS_5000_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....   | 64 |
| Tabela 11 - Número de sementes por vagem de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....  | 66 |
| Tabela 12 - Número de sementes por vagem da cultivar NS_5000_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....  | 66 |
| Tabela 13 - Massa de mil sementes (g) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....   | 68 |
| Tabela 14 - Massa de mil sementes de soja, cultivar NS_5000_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....   | 69 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabela 15 - Diâmetro médio de grãos (mm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17.   | 71  |
| Tabela 16 - Diâmetro médio de grãos (mm), da cultivar M_5917_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitomônios. Brunópolis, SC, safra 2016/17. ....   | 72  |
| Tabela 17 - Produtividade de sementes ( $\text{Kg. ha}^{-1}$ ) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17.   | 74  |
| Tabela 18 - Produtividade de sementes ( $\text{Kg. ha}^{-1}$ ) de soja na NS_5000_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitomônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....  | 76  |
| Tabela 19 - Germinação de sementes de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....  | 78  |
| Tabela 20 - Germinação de sementes de soja, na cultivar NS_5000_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitomônios. Brunópolis, SC, safra 2015/16. ....  | 79  |
| Tabela 21 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de grãos e germinação de sementes, cultivar NS_5000_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16. .... | 85  |
| Tabela 22 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de grãos e germinação de sementes, cv. M_5917_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16. ....       | 86  |
| Tabela 23 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de grãos e germinação de sementes, cv. M_5917_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2016/17. ....       | 87  |
| Tabela 24 - Regressão linear ( $y= A.x+B$ ) entre variáveis morfométricas e produtividade de sementes, de duas cultivares de soja, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/16 e 2016/17. ....  | 88  |
| Tabela 25 - Altura de planta da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....   | 115 |
| Tabela 26 - Número de nós por planta da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....   | 115 |
| Tabela 27 - Comprimento médio de internódios (CON) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha. Lages, SC, 2017. ....  | 116 |



|  |     |
|--|-----|
| Tabela 28 - Comprimento médio de internódios da cultivar M_5917_IPRO sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....  | 116 |
| Tabela 29 - Número de ramos por planta da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.....                           | 117 |
| Tabela 30 - Número de ramos por planta em função da ocorrência de três intensidades de desfolha, cultivar de soja M_5917_IPRO, 2017, do município de Brunópolis, SC. ....  | 117 |
| Tabela 31 - Número de vagens por planta (NVP) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....                   | 118 |
| Tabela 32 - Número de sementes por planta (NSP) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....                 | 119 |
| Tabela 33 - Massa de mil sementes (MMS) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha. Lages, SC, 2017. ....  | 120 |
| Tabela 34 - Número de ramos por planta da cultivar M_5917_IPRO sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.....   | 120 |
| Tabela 35 - Massa total de planta (MTP) (rendimento biológico) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. ....  | 121 |
| Tabela 36 - Produtividade de sementes (PROD; gramas por planta) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017. .... | 122 |
| Tabela 37 - Germinação de sementes (G%) da cultivar M_5917_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.....                          | 123 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                     |   |
|---------------------|---|
| 1nó                 | 1º nó do ápice do caule   |
| 3nó                 | 3º nó do ápice do caule   |
| AIB                 | Ácido Indolbutírico   |
| ALT                 | Altura de planta  |
| AS                  | Ácido Acetil Salicílico   |
| AVG                 | Cloridrato de aviglicina  |
| BNZ                 | Benziladenina   |
| CEN                 | Comprimento de internódios  |
| cv                  | Cultivar  |
| D0%                 | Plantas sem desfolha  |
| D100%               | Plantas com retirada de 100% de áreas foliar  |
| D16%                | Plantas com retirada de 16,6% de áreas foliar   |
| D33%                | Plantas com retirada de 33,3% de áreas foliar   |
| D50%                | Plantas com retirada de 50% de áreas foliar   |
| D66%                | Plantas com retirada de 66,6% de áreas foliar   |
| DHP                 | Diâmetro da Haste Principal   |
| G%                  | Germinação padrão de sementes   |
| g.ha <sup>-1</sup>  | Gramas por hectare  |
| GA <sub>3</sub>     | Ácido giberélico  |
| GIC                 | Ácido Giberélico + Ácido 4-Indol-3Ilbutírico + Cinetina   |
| i.a.                | Ingrediente Ativo   |
| IC                  | Índice de Colheita  |
| INMET               | Instituto Nacional de Meteorologia  |
| Kg.ha <sup>-1</sup> | Quilograma por hectare  |
| L.ha <sup>-1</sup>  | Litros por hectare  |
| m <sup>2</sup>      | Metro quadrado  |
| MEPIQ               | Cloreto de mepiquate  |
| mm                  | Milímetro   |
| MMS                 | Massa de mil sementes   |
| M_5917_Ipro         | Cultivar de soja Monsoy 5917 Ipro (Intacta)   |
| NN                  | Número de Nós   |
| NRP                 | Número de Ramos por planta  |
| NS_5000_Ipro        | Cultivar de soja Nidera 5000 Ipro (Intacta)   |
| NSP                 | Número de sementes por planta   |
| MST                 | Massa seca total de planta - Rendimento Biológico   |
| NSV                 | Número de sementes por vagem  |
| NVP                 | Número de vagens por Planta   |
| p.c.                | Produto Comercial   |
| PROD                | Produtividade de sementes em Kg.ha <sup>-1</sup> nos experimentos de campo; e g.planta <sup>-1</sup> nos experimentos de casa de vegetação. |
| SC                  | Santa Catarina  |
| TST                 | Testemunha  |



## SUMÁRIO

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>2.</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>  | <b>33</b> |
| 2.1       | A PLANTA DE SOJA .....  | 33        |
| 2.1.1     | <b>Botânica e morfologia .....</b>  | <b>33</b> |
| 2.1.2     | <b>Escala fenológicas e grupos de maturação .....</b>   | <b>33</b> |
| 2.2       | DESFOLHA E FISIOLOGIA DO ESTRESSE .....   | 34        |
| 2.3       | HORMÔNIOS VEGETAIS .....  | 38        |
| 2.3.1     | <b>Auxina.....</b>  | <b>38</b> |
| 2.3.2     | <b>Citocinina .....</b>   | <b>40</b> |
| 2.3.3     | <b>Etileno.....</b>   | <b>40</b> |
| 2.3.4     | <b>Ácido Acetilsalicílico .....</b>   | <b>41</b> |
| 2.3.5     | <b>Produtos comerciais .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>3.</b> | <b>MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE DESFOLHA EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE SOJA PELA APLICAÇÃO DE FITORREGULADORES .....</b> | <b>45</b> |
| 3.1       | RESUMO .....  | 45        |
| 3.2       | INTRODUÇÃO.....   | 46        |
| 3.3       | MATERIAL E MÉTODOS.....   | 47        |
| 3.4       | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 55        |
| 3.4.1     | <b>Altura de plantas .....</b>  | <b>56</b> |
| 3.4.2     | <b>Número de vagens por planta.....</b>   | <b>59</b> |
| 3.4.3     | <b>Número de sementes por planta.....</b>   | <b>62</b> |
| 3.4.4     | <b>Número de sementes por vagens .....</b>  | <b>65</b> |
| 3.4.5     | <b>Massa de mil sementes .....</b>  | <b>67</b> |
| 3.4.6     | <b>Diâmetro de semente .....</b>  | <b>70</b> |
| 3.4.7     | <b>Produtividade de sementes .....</b>  | <b>73</b> |
| 3.4.8     | <b>Germinação de sementes.....</b>  | <b>77</b> |
| 3.4.9     | <b>Correlação .....</b>   | <b>80</b> |
| 3.5       | CONCLUSÕES.....   | 89        |
| <b>4.</b> | <b>EFEITO DE DESFOLHA SOBRE PLANTAS DE SOJA EM CASA DE VEGETAÇÃO .....</b>                                      | <b>91</b> |
| 4.1       | RESUMO .....  | 91        |
| 4.2       | INTRODUÇÃO.....   | 92        |
| 4.3       | MATERIAL E MÉTODOS.....   | 94        |
| 4.4       | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 98        |
| 4.4.1     | <b>Intensidade de desfolha em diferentes cultivares de soja .....</b>   | <b>98</b> |
| 4.4.1.1   | <i>Altura de plantas .....</i>  | 99        |
| 4.4.1.2   | <i>Número de nós.....</i>   | 100       |
| 4.4.1.3   | <i>Comprimento médio de internódio.....</i>   | 101       |
| 4.4.1.4   | <i>Diâmetro da haste principal.....</i>   | 102       |
| 4.4.1.5   | <i>Número de vagens por planta .....</i>  | 103       |
| 4.4.1.6   | <i>Número de sementes por planta .....</i>  | 104       |
| 4.4.1.7   | <i>Número de sementes por vagem .....</i>   | 105       |
| 4.4.1.8   | <i>Massa de mil sementes .....</i>  | 106       |
| 4.4.1.9   | <i>Massa de total de planta .....</i>   | 107       |
| 4.4.1.10  | <i>Produtividade de sementes .....</i>  | 108       |
| 4.4.1.11  | <i>Índice de colheita .....</i>   | 109       |



|   |            |
|---|------------|
| <i>4.4.1.12 Discussão.....</i>  | <b>110</b> |
| <b>4.4.2 Quebra da dominância apical com estratégias de mitigação dos efeitos da desfolha em plantas de soja.....</b> | <b>114</b> |
| <i>4.4.2.1 Altura de plantas .....</i>  | <i>114</i> |
| <i>4.4.2.2 Número de nós.....</i>   | <i>115</i> |
| <i>4.4.2.3 Comprimento médio de internódio.....</i>   | <i>116</i> |
| <i>4.4.2.4 Número de Ramos .....</i>  | <i>117</i> |
| <i>4.4.2.5 Número de vagens por planta .....</i>  | <i>118</i> |
| <i>4.4.2.6 Número de sementes por planta .....</i>  | <i>119</i> |
| <i>4.4.2.7 Massa de mil sementes .....</i>  | <i>120</i> |
| <i>4.4.2.8 Massa total de planta .....</i>  | <i>121</i> |
| <i>4.4.2.9 Produtividade de sementes.....</i>   | <i>122</i> |
| <i>4.4.2.10 Germinação de sementes.....</i>   | <i>123</i> |
| <i>4.4.2.11 Discussão.....</i>  | <i>124</i> |
| <b>4.5 CONCLUSÕES.....</b>  | <b>126</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>129</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>131</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>138</b> |





## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

Soja (*Glycine max* [Merrill]), é uma espécie de planta exótica no Brasil. Tem como centro de origem a região leste da China, onde sofreu domesticação por volta do século XI a.C. A partir daí, foi introduzida em outras regiões e países do Oriente, como Manchúria, Coréia, Japão, União Soviética e países do sudeste da Ásia. No Brasil, o primeiro registro da introdução da soja data de 1882, na Bahia (PROBST; JUDD, 1973).

As primeiras estatísticas revelando a utilização de soja para produção de grãos no Brasil datam de 1941, no Estado do Rio Grande do Sul, que produziu, em 640 ha de área cultivada. Do Rio Grande de Sul a cultura foi disseminada para os demais estados levada pelos agricultores gaúchos (BORÉM, 1999). Somente a partir da década de 70, a cultura da soja evoluiu significativamente nos estados do Centro-Oeste do Brasil (BORÉM, 1999). Com o desenvolvimento de novos cultivares adaptados às diferentes regiões agroclimáticas do País (principalmente as baixas latitudes), o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial de soja, na safra de 2016/17 foram semeados mais de 33,88 milhões de hectares e mais de 113,92 milhões de toneladas foram produzidas (CONAB, 2017). Ocupando a maior área de cultivo de grãos do país (33,888 milhões de hectares; dos 58,179 milhões de ha ocupados pela agricultura na safra de verão), seu grão e derivados geram riquezas para o país: alimentação humana e animal, produção de biodiesel e exportação para outros países.

Os vegetais produzidos em ambientes com condições não controladas estão sujeitos a sofrerem vários tipos de estresses ambientais como excesso ou falta de precipitação, baixa insolação solar e chuva de granizo. O estresse nas plantas de soja causa efeitos negativos como redução de crescimento da planta, redução de área foliar, abortamento de flores e vagens e consequente redução da produtividade de grãos (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

As desfolhas causadas por chuvas de granizo causam redução de produtividade de grãos das plantas cultivadas, gerando perdas econômicas aos agricultores (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001). Esses prejuízos são agravados após a ocorrência do evento climático, devido aos agricultores e profissionais da assistência não conhecerem medidas de manejo eficientes a serem tomadas “pós granizos”, aplicando produtos caros e com eficiência duvidosa. Assim é fundamental realizar estudos que avaliem os impactos das medidas de manejo sobre plantas que sofreram desfolha causada por chuvas de granizo, buscando recomendar produtos a serem aplicados após a desfolha.

Os hormônios vegetais são compostos ativos em pequenas quantidades, responsáveis por desencadear vários processos no desenvolvimento vegetal (germinação, divisão e alongamento celular, abscisão de órgãos vegetais, acelerar a maturação, etc...). Existem basicamente 5 classes de hormônios vegetais (auxina, gibelina, citocinina, etileno e ácido abicísico), que controlam vários processos fisiológicos de forma isolada ou em conjunto de dois ou mais hormônios (KERBAUY, 2008). Mesmo com todo o conhecimento sobre esses hormônios ainda existem muitas dúvidas sobre seus efeitos nas plantas, principalmente os resultados de aplicações exógenas dos hormônios em plantas sob estresse, ou seja, plantas que precisão recuperar altura, área foliar, flores/vagens para manter a produtividade final de grãos.

Existem poucos trabalhos que buscaram mitigar efeitos de estresses em plantas de soja através de aplicações de fitormônios. Podemos citar o trabalho de THEISEN et al. (2008) que concluiu que o uso de um inibidor da síntese de etileno, o 1-methylcyclopropeno (MCP), reduz as perdas de produtividade de grãos causadas estresse causado por encharcamento, em soja cultivada em terras baixas. Além de não observar diferença entre as doses aplicadas.

As hipóteses formuladas são que desfolhas nas plantas afetam negativamente a produtividade de grãos de soja de forma dependente: da intensidade, da cultivar e do estádio fenológico de realização desta desfolha. E que aplicações de fitormônios exogenamente ou o desponte do ápice caulinar em plantas de soja, que sofreram estresse por desfolha, alteram processos fisiológicos e auxiliam as plantas a recuperar a produtividade de grãos de soja.

Objetivou-se nesse trabalho: (i) avaliar o impacto negativo de níveis de desfolhas artificiais durante a fase reprodutiva de plantas de soja sobre a produtividade de grãos; (ii) avaliar o uso e a eficiência da aplicação dos diversos produtos (hormônios vegetais) e desponte, como medida de mitigar os efeitos da restrição de fonte e recuperar produtividade de grãos da soja.

Para alcançar os objetivos propostos a dissertação foi dividida em 3 capítulos, o primeiro capítulo é uma revisão da literatura existente sobre o tema de estudo: morfologia da planta de soja, desfolha e hormônios vegetais. O segundo dedicou-se a estudo de desfolhas e aplicação de fitormônios em campos de produção comercial de soja. E o terceiro capítulo analisou os efeitos da desfolha, aplicação de fitormônios e desponte sobre as plantas produzidas em casa de vegetação.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 A PLANTA DE SOJA**

#### **2.1.1 Botânica e morfologia**

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada comercialmente no Brasil, para a produção de grãos, é uma planta herbácea, Angiosperma, Eudicotyledonea, da classe Rosideae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (TRACE, 2017). As principais variedades comerciais apresentam caule híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações. O primeiro par de folhas acima do nó cotiledonar é simples, após todas as folhas que se desenvolvem são trifolioladas. As flores são de fecundação autógama de cor branca, roxa ou intermediária. Os frutos são do tipo legumes levemente arqueados. Os legumes podem conter de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento amarelo pálido, com hilo preto, marrom ou amarelo-palha (SEDIYAMA et al., 2005).

A soja apresenta tipo de crescimento indeterminado (sem racemo terminal), determinado (com racemo terminal) ou semideterminado (intermediário). A altura das plantas varia, dependendo das condições do ambiente (temperatura, fertilidade do solo, época de semeadura, disponibilidade hídrica) e da variedade (cultivar). A altura ideal está entre 60 a 110 cm. O ambiente, principalmente a temperatura e fotoperíodo, influencia sua floração e seu ciclo (RIO, 2014).

#### **2.1.2 Escala fenológicas e grupos de maturação**

A soja é uma cultura dependente do fotoperíodo para florescer. As plantas são induzidas ao florescimento com resposta fotoperiódica a dias curtos, ou seja, quando recebe iluminação inferior a determinado número de horas. Os valores não mudam conforme o local, desde que as temperaturas noturnas não se alterem. Essa característica (número de horas crítica para o florescimento) varia conforme a cultivar (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Cultivares com maior número de horas de fotoperíodo crítico, em um mesmo ambiente, tendem a ser mais precoces, pois rapidamente encontram o número ideal de horas de escuro para o florescimento (FUNDAÇÃO MERIDIONAL, 2016).

Devido a essa sensibilidade ao fotoperíodo, a adaptabilidade das cultivares varia com a variação da latitude. Dentro de regiões fisiográficas específicas (faixas de mesma latitude) o ciclo de diferentes cultivares de soja tem sido agrupado em grupos de maturidade relativa, sendo válida a classificação de ciclo total das cultivares somente em uma mesma faixa de latitude. Quanto maior a latitude maior será o ciclo de uma cultivar (pois o fotoperíodo crítico demora mais tempo para ser atingido) (FUNDAÇÃO MERIDIONAL, 2016).

O ciclo total da cultura vai de 70 dias para as mais precoces, até 200 dias para as mais tardias. De modo geral, as variedades brasileiras têm ciclo entre 100 e 160 dias e, para determinada região (BORÉM, 1999). Para facilitar a comunicação e otimizar práticas agronômicas testadas, se desenvolveu a classificação dos estágios de desenvolvimento da soja (FEHR; CAVINESS, 1977). Por esta escala o ciclo total da planta é dividido em duas fases: vegetativa e reprodutiva que estão subdivididas em estádios. A fase vegetativa é o período da emergência da plântula até a abertura das primeiras flores, e a fase reprodutiva compreende o período do início da floração até a maturação dos grãos.

A cultivar Monsoy M\_5917\_IPRO, (IPRO = Tecnologia transgênica que confere as cultivares de soja resistência simultânea ao herbicida glifosato e as principais lagartas [Insetos; Ordem *Lepidóptera*] que atacam a cultura da soja) possui hábito de crescimento indeterminado, pertence ao grupo de maturação 5.9, é recomendada para a região sul do Brasil, possui ciclo de 105 a 120 dias (locais de maior altitude e latitude possuem maiores ciclos). Além disso, a recomendação de população é de 260 a 310 mil plantas por hectares; a altura média de planta é de 95 cm, sendo resistente ao acamamento por possuir uma arquitetura de planta ereta, pouco ramificada e resistente. A cor da flor é roxa, a pubescência é cinza e hilo das sementes é preto imperfeito (MONSOY, 2016).

A cultivar NS\_5000\_IPRO, possui hábito de crescimento indeterminado, é classificada para o grupo de maturação 5.0, superprecoce, ciclo de 110 a 120 dias nas regiões sojícolas 101 a 104 (sul do Brasil). O período indicado de semeadura recomendado vai do início de outubro até 05 de dezembro; com população recomendada 350 a 400 mil plantas por hectare. Como atrativo possui grande massa de 1000 sementes (NIDERÁ, 2016).

## 2.2 DESFOLHA E FISIOLOGIA DO ESTRESSE

Em condições naturais e agricultáveis, as plantas estão expostas a estresses ambientais de natureza biótica ou abiótica. Estes fatores estressantes atingem as plantas, que respondem de maneiras diferentes e com velocidades diferentes, buscando superar estes efeitos. Os fatores

abióticos como temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar também limitam as espécies melhor adaptadas para cada ambiente. Estresse é definido como um fator externo que traz uma desvantagem sobre a planta (TAIZ; ZAGER, 2004).

As plantas desenvolveram níveis de tolerância ao estresse variáveis entre espécies e entre cultivares de mesma espécie. Assim geneticamente as plantas adaptam-se as condições de estresse e repassam essa característica aos descendentes ou podem ser mais tolerantes a um fator de estresse se forem previamente aclimatadas (sofrerem estresse prévio). A resposta para o estresse ocorre de diversas formas de resposta: bioquímicas, molecular, anatômica e morfológica. Estes processos ocorrem de maneira ordenada após a planta perceber o estresse (TAIZ; ZAGER, 2004).

A desfolha em plantas pode ser causada por ataque de insetos, por doenças ou chuvas de granizo. Os serviços meteorológicos costumam chamar de “granizo” as precipitações de pequenos grânulos de gelo transparentes ou translúcidos, esféricos ou com forma irregular, com diâmetro geralmente superior a 5 mm, e denominam de saraiva a precipitação de glóbulos ou fragmentos de gelo, isolados ou aglutinados, com diâmetro que pode ultrapassar 50 mm (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001).

As chuvas de granizo ocorrem durante as tempestades. São originadas dentro de nuvens de grande desenvolvimento vertical, chamadas de *cumulonimbus*. Essas nuvens atingem seu ápice nas horas mais quentes do dia; particularmente na primavera e no verão, momento do dia em que há maior possibilidade de ocorrência de chuvas de granizo. O granizo forma-se a partir de pequenas gotas de água congeladas inseridas numa célula de circulação convectiva (subindo e descendo) no interior das nuvens de tempestade, cujas temperaturas encontram-se abaixo de zero grau Celsius. Normalmente, a precipitação de granizo ocorre durante um tempo menor do que a precipitação pluvial, embora associadas, em uma mesma tempestade (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001).

Estima-se que 1% da produção agrícola mundial seja perdida por incidência de chuvas de granizo (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001). O dano dá-se por ação mecânica dos granizos nas plantas, quase sempre associada a ventos fortes, causando: acamamento, corte de partes de folhas, dilaceração de folhas, queda de folhas, quebra de colmos, de ramos e de galhos, danos a frutos e flores e outras estruturas reprodutivas. Além de prejuízos às lavouras, as precipitações de granizo podem causar morte de animais, domésticos e silvestres, de pessoas, e danos materiais, como destelhamento de casas e danificando carros (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001).

Podem existir diferenças entre as desfolhas causadas por insetos e desfolhas causadas por chuvas de granizo. Os danos por granizos, além de retirar área foliar, danificam folhas (sem remoção total de área foliar, folha fica cortada retida), ramos, flores e vagens, são pontuais, levando a redução drástica de área foliar em um momento do ciclo, ou seja, após a ocorrência do fenômeno climático a planta retoma seu crescimento (KALTON; WEBER; ELDREDGE, 1949). Já nas desfolhas causadas por insetos as plantas “convivem” com os insetos por maior período de tempo, e os danos causados vão aumentando caso não ocorra morte do inseto (inimigos naturais ou controle pelo homem), a área foliar das plantas é reduzida, além de ataque a outras partes da planta (dependendo do inseto e estádio de ocorrência) (BUENO et al., 2010).

A resposta da planta à desfolha deve ser considerada de forma diferenciada dependendo do estágio fisiológico o qual a planta se encontra no momento da desfolha, ocorrendo níveis diferentes de tolerância. No caso da soja, as plantas apresentam capacidade de recuperação à desfolha sofrida desde que a intensidade de desfolha não seja alta e a planta consiga manter fotossíntese suficiente para a produção de energia de maneira dependente do estádio fisiológico, sendo menos impactante negativamente quanto mais jovem esteja a planta (TAIZ; ZAGER, 2004).

Injúrias por desfolhas podem ser toleráveis pelas plantas, sem redução econômica da produção final. A resposta da planta à desfolha deve ser considerada de forma diferenciada, uma vez que as plantas passam por diferentes estágios. No caso da soja, as plantas apresentam capacidade de recuperação à desfolha sofrida. Se área foliar (fonte) restante após desfolha não for drasticamente reduzida e a planta for capaz de realizar fotossíntese suficiente para garantir a produção de energia, a produção final por área será a mesma (BUENO et al., 2010).

As cultivares de soja mais tardias (com maior ciclo da semeadura até a colheita) possuem maior capacidade de recuperação tendo redução de produtividade somente em desfolhas muito acentuadas (desfolhas superiores a 75% da área foliar total). Plantas que estão em estágio fisiológico entre início de formação de vagens (R3) até início da formação de grãos (R5) apresentam as maiores reduções de produtividade. As plantas no final do estágio vegetativo (V9) possuem a maior capacidade de recuperação e pequenas perdas de produtividade (GLIER et al., 2015).

Desfolhas em vários estádios do desenvolvimento da soja, alteram várias características da cultura como: número de dias até o florescimento, dias até a maturação, altura, número de vagens, massa de grãos e produtividade de grãos (PELUZIO et al., 2004). Estes autores concluem que desfolhas de até 33% não foram capazes de reduzir a produtividade de soja e que

as maiores reduções de produtividade ocorrem quando as desfolhas ocorrem nos estágios de formação e enchimento de vagens (R3 e R4).

Quando estudados os efeitos causados por desfolhas, se observa que nos estágios vegetativos iniciais (V3 a V5) pequenos níveis desfolhas estimulam o rendimento fotossintético por aumentarem a incidência de luz sobre as folhas do baizeiro; que em outros casos não receberiam luz, sendo praticamente parasíticas. Já desfolhas tardias (R2 a R4) reduzem o número de vagens e as mais tardias (R4 a R6) reduzem o número de grãos por vagem, componentes de rendimento que acarretam na menor produtividade de grãos da cultura (DIOGO et al., 1997).

Como recomendação geral para monitorar o nível de desfolha (principalmente para danos causado por insetos) 30% de desfolha durante os estádios vegetativos e 15% durante o estágio reprodutivo não causam reduções significativas a produtividade da soja (BUENO et al., 2010; MOSCARDI et al., 2010; EMBRAPA, 2014).

Um dos estresses abióticos mais prejudiciais à soja é o granizo, causando vários tipos e graus de lesões as plantas. As lesões variam conforme a intensidade e duração do granizo, indo desde algumas folhas arrancadas ou desfiadas e hastes ligeiramente feridas até casos de quase todas as folhas são removidas, corte de botões florais, derrubar vagens ou próximo a colheita causar a abertura de vagens (KALTON; WEBER; ELDREDGE, 1949).

Dois métodos podem ser usados para simular a desfolha por granizo, as plantas podem ser danificadas através da retirada de várias porções de folhas e caules destacados manualmente ou cortados com auxílio de tesouras. Esse método tem uma excelente precisão e possibilita a retirada de intervalos pequenos de folhas (simular vários níveis de desfolha) entretanto, demora bastante tempo para fazer o corte de todas as folhas, sendo particularmente demorado para ser empregado em unidades experimentais em condições de campo, além de não simular danos as hastes.

Outra possibilidade é a simulação feita com o método de Trituração ou batimento, para realizar essa desfolha é usado um equipamento em que são montados vários ganchos de arame dispostos em uma haste capaz de fazer a retirada de folhas nas diversas camadas/extratos do dossel das plantas, o equipamento deve ser usado de maneira ascendente na retirada das folhas. Os danos causados pelos dois métodos são igualmente eficientes em simular níveis de desfolhas em soja (KALTON; WEBER; ELDREDGE; 1949).

Os estudos relacionados à desfolha artificial simulam danos causados por insetos e precipitação de granizos, produzem informações básicas e técnicas seguras que possibilitam o conhecimento quantitativo a respeito da capacidade das culturas tolerarem perdas de área foliar,

perdas de fonte em diferentes estádios fenológicos. Possibilitando a intervenção no homem antes que a desfolha provoque perdas econômicas (FAZOLIN; ESTRELA, 2004).

## 2.3 HORMÔNIOS VEGETAIS

Raven et al. (1978) define os hormônios vegetais como substâncias orgânicas, ativas em pequenas quantidades, produzidas em um tecido e transportadas para outro, onde provocam respostas fisiológicas. Os hormônios possuem influências estimulante ou inibidoras, ou seja, são mensageiros químicos dentro das plantas. Ocorrendo várias interações e efeitos hormônio x plantas e hormônio x hormônio. Os hormônios são agrupados em classes, sendo as mais conhecidas: auxina, giberelina, citocinina, etileno e ácido abscísico.

### 2.3.1 Auxina

A auxina (do grego *auxein*, crescer ou aumentar) foi o primeiro fitormônio descoberto, e os primeiros estudos fisiológicos sobre os mecanismos de expansão celular vegetal foram focalizados na ação desse hormônio. Todas as evidências sugerem que as auxinas exercem uma importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal (KERBAUY, 2008).

As auxinas são sintetizadas majoritariamente em locais de divisão celular rápida como: ápices caulinares, folhas jovens, frutos em desenvolvimento e sementes, apesar de serem produzidas em níveis inferiores por outros órgãos. São os únicos fitormônios transportados polarmente, isto é, o transporte se faz unidirecionalmente, ocorrendo do ápice para a base das plantas (TAIZ; ZAGER, 2004).

As plantas possuem mecanismos de controle do nível celular de AIA livre, regulando a taxa de síntese ou controlando a transformação do AIA em formas conjugadas, que são temporariamente inativas nos cloroplastos. Além desses mecanismos, existe ainda o processo irreversível de degradação por oxidação (KERBAUY, 2008).

Esse fitormônio possui como funções o desenvolvimento e crescimento celular (mudança de função das células e alongamento celular) desenvolvimento celular, provocar a dominância apical, promove o crescimento de raízes e também está envolvido nos processos de abscisão foliar. Atua em conjunto com outros hormônios como a giberelina no alongamento celular, com a citocinina na divisão celular e estimula a produção de etileno dos tecidos (TAIZ; ZAGER, 2004).

No desenvolvimento celular e divisão celular, se determinou que na transição de G1 para S, no ciclo de divisão celular, a auxina aumenta o conteúdo da cinase dependente de ciclina do tipo a (CDK/a), a qual, por seu lado, precisa ser ativada por uma ciclina específica, a do tipo DJ. No alongamento celular a auxina é o hormônio chave na promoção do crescimento ácido (teoria do crescimento ácido de célula vegetal), através da acidificação do meio entre a membrana plasmática e a parede celular, isso favorece a ação de enzimas que promovem o afrouxamento da parede celular e com a entrada de água na célula (também favorecido pela ação da auxina) o alongamento celular é realizado (KERBAUY, 2008).

Com o crescimento vertical do ápice vegetativo há formação de novos primórdios foliares, pequenos grupos de células, posicionados na inserção do primórdio foliar no caule (região axilar), isolam-se do meristema apical e constituem-se numa gema axilar ou lateral (KERBAUY, 2008). A dominância apical ocorre em várias espécies em que a região axilar contém uma ou mais gemas, com potencial suficiente de se desenvolverem em novos ramos; apesar disso, a maioria delas permanece dormente por todo o ciclo de vida da planta. Com a remoção do ápice caulinar há indução da retomada de crescimento da gema lateral, fazendo dessa prática, conhecida por despontamento ou decapitação, uma técnica comum entre os horticultores para obtenção de plantas ramificadas. A inibição do crescimento da gema axilar pela apical é conhecido como dominância apical ou paradormência (KERBAUY, 2008).

A quebra da dominância apical também pode ser induzida pela aplicação direta de citocinina sobre a gema lateral ou, de modo contrário, pode ser revertida pelo tratamento com auxina no ápice decapitado. A teoria mais amplamente aceita pressupõe que a concentração ideal de auxina para estimular o crescimento da gema axilar seria muito mais baixa que o teor de auxina necessário ao crescimento do ápice caulinar. Assim, o fluxo de auxina proveniente do ápice e que segue para a região basal da planta poderia inibir o desenvolvimento da gema axilar por estar numa concentração acima da ideal. A remoção da fonte de produção desse hormônio (decapitação) reduz o fornecimento de auxina na região da gema lateral, liberando-a da inibição (KERBAUY, 2008). A remoção do ápice caulinar de tomate reduz a altura de plantas, a redução da altura das plantas tem correlação linear negativa com o número de nós retirado: quanto mais nós (a partir do ápice) forem retirados da planta, menor será sua altura, de forma inconveniente a retirada de nós reduz linearmente a produção de cacho e produtividade da planta de tomate (MUELLER; WAMSER, 2009).

Cato et al. (2013), estudando o efeito de aplicações foliares de fitormônios em tomate, relatou que aplicações de auxina (ácido indolbutírico - IBA) aplicado isoladamente acentuou a dominância apical das plantas que não formaram ramos laterais. Concluiu que plantas tratadas

com giberelina (Ácido giberélico GA<sub>3</sub>) apresentaram maior alongamento de internós. Também que aplicações de citocinina (cinetina) resultaram em plantas de menor altura e estímulo de desenvolvimento de gemas laterais. Quando misturados os hormônios os efeitos também foram considerados aditivos, formando plantas mais equilibradas e com maiores produções de frutos.

Os principais tipos de auxinas são: ácido indol-3-acético (AIA) (auxina natural mais abundante nas plantas); ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftaleno acético (ANA) e 2,4 D (sintética) (KERBAUY, 2008).

O principal uso comercial do AIA é na produção de mudas por estaquia. A aplicação de AIA (diluído em água ou em forma de talco) nas estacas antes do plantio aumenta a porcentagem de enraizamento, acelera a formação de raízes, aumenta o número e qualidade das raízes e uniformiza o enraizamento (OLIVEIRA et al., 2001).

### **2.3.2 Citocinina**

As citocininas têm como principal função a citocinese (divisão celular) provocando nas células aumento de RNAs e proteínas. Está envolvida na germinação das sementes, na fotomorfogênese e na dominância apical (efeitos junto com a auxina). Sua síntese ocorre principalmente nas raízes partir de bases nitrogenadas (adenina, citosina, guanina, timina e uracila) e após é transportada para toda a planta através do xilema. As principais citocininas são a cinetina, zeatina e benziladenina (TAIZ; ZAGER, 2004).

Estudo isolado da citocinina: concluiu que a aplicação de cinetina, em plantas de soja que estavam no estádio R3, aumentou a produtividade da soja por incrementar o número de vagens no terço inferior da planta, melhorando assim a distribuição de fotoassimilados na planta de soja (PASSOS et al., 2011). Já estudos com aplicações de cálcio e cinetina em soja, em plantas no estádio fenológico R1, não conseguiram melhorar/compensar a produtividade de plantas estressadas com déficit hídrico ou sombreamento (FIOREZE et al., 2013).

### **2.3.3 Etileno**

O etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) é o único hormônio vegetal presente nas plantas (endogenamente) na forma gasosa e também o único que não é produzido pelo metabolismo secundário das plantas. Tem como precursor a metionina (aminoácido). É produzido por todos os tecidos vegetais, induzidos quando a planta sofre ferimentos mecânicos, ataque de microrganismos ou estresses

ambientais (déficit hídrico, alagamentos, altas temperaturas). Também é produzido pela combustão incompleta de compostos orgânicos (TAIZ; ZAGER, 2004).

A produção de etileno apresenta aumento dos níveis rapidamente após alguma situação de estresse. O feijoeiro que sofreu estresse mecânico teve aumento de níveis de etileno 10 a 25 h após o início do estresse. Sendo altamente difundido entre os tecidos. O etileno interage com outros hormônios, sendo que altos níveis de auxina e citocinina aumentam os níveis de etileno na planta (KERBAUY, 2008).

A produção de etileno nas plantas aumenta durante a abscisão foliar, estando envolvido nos processos da senescência (evento regulado geneticamente). Quando ocorre aumento na produção de etileno há senescência de flores e o amadurecimento de frutos climatéricos, sendo usual a aplicação de etileno em frutos climatéricos para acelerar sua maturação, como por exemplo, em banana. Esse hormônio é responsável por maior crescimento radial e horizontal dos tecidos do caule e redução do alongamento celular, sendo que órgãos jovens são pouco estimulados pelo etileno (KERBAUY, 2008).

Comercialmente para simular o etileno usa-se o ETEFON, que é uma forma comercial líquida do precursor de etileno, que se torna gás após aplicado nas plantas. A produção de etileno é inibida pela aplicação de algumas substâncias como Bezoato de sódio e Cobalto ( $\text{Co}^{+3}$ ) (KERBAUY, 2008). Em soja, alguns resultados indicam que o etefon até a dose de 600, foi verificado que a altura de plantas tratadas com este composto foi menor que a testemunha, a ramificação das plantas foi incrementada e a altura da primeira vagem foi mais baixa devido a esse tratamento, sendo o produto aplicado pulverização foliar aos 43, 74 e 105 dias após a semeadura. (CAMPOS; ONO; RODRIGUES, 2010)

### **2.3.4 Ácido Acetilsalicílico**

O ácido salicílico (AS) pertence a um grupo amplo: os compostos fenólicos. Definidos como substâncias com um anel aromático ligado a um grupo hidroxil ou ao seu derivado funcional. É encontrado facilmente na casca da planta chamada de Salix (daí o nome) e também amplamente distribuído nas plantas, tanto nas folhas quanto nas estruturas reprodutivas. Dentre as funções, as mais comuns são: inibe a germinação e crescimento das plantas, reduz absorção de nutrientes pelas raízes, promove floração, promotor de defesa das plantas, inibe a produção de etileno nos tecidos. O AS é usado comercialmente para o aumento na longevidade-duração de flores de corte e promotor de resistência das plantas as doenças (fúngicas, bacterianas e virais) (KERBAUY, 2008).

Trabalhos com o AS aplicado em trigo com concentrações molares de  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  e  $10^{-8}$ , concluíram que aplicações de  $10^{-4}$  aumentaram a produtividade da cultura de 500 a 900 Kg.ha<sup>-1</sup>, dependendo da cultivar de trigo (TEJEDA; RODRÍGUEZ; CORONADO, 1998).

Experimento com mamão aplicando concentrações de AS que variaram de 0,01 µM a 0,0001 µM de AS, durante o todo o ciclo da cultura (cinco aplicações sequenciais), incrementou a altura e espessura da planta além de aumentar o número de frutos por planta, peso dos frutos e rendimento por hectare (MARTIN-MEX et al., 2012).

### **2.3.5 Produtos comerciais**

Dentre os produtos comerciais, para plantas de lavoura, o Stimulate® é um produto comercial regulador de crescimento vegetal composto por uma mistura de três grupos químicos de hormônios: citocinina + giberelina + ácido indolbutírico. A composição é feita com cinetina ( $0,09\text{ g.L}^{-1}$ ), ácido giberélico ( $0,05\text{ g.L}^{-1}$ ) e ácido 4-indol-3-ilbutírico ( $0,05\text{ g.L}^{-1}$ ). Os objetivos das aplicações são incremento no crescimento e no desenvolvimento vegetal, maior enraizamento e maior produtividade de grãos. Para a cultura da soja o fabricante indica a aplicação em tratamento de sementes, no sulco de semeadura e na parte área nos estádios V5 e V6 ( $0,25$  a  $0,5\text{ L.ha}^{-1}$ ) (ADAPAR, 2016).

Estudos com aplicação de doses de Stimulate via tratamento de semente e foliar; concluíram que aplicação do produto via tratamento de sementes e via foliar em V5, resultaram em incremento na produção de grãos de soja. O estudo também verificou que o produto tem potencial de incrementar o nível de proteína e redução no teor de óleo dos grãos de soja (ALBRECHT et al., 2012).

O Ethrel 720® é um regulador de crescimento do grupo etileno (precursor de). É composto por Etefom (2-chloroethylphosphonic acid) ( $720\text{ g.L}^{-1}$ ). Sua aplicação é indicada para ser realizada nos estádios V4 a V6, aplicando  $100$  a  $150\text{ mL.ha}^{-1}$ , promovendo um incremento na produção de grãos, favorecendo o carregamento de aminoácidos das folhas para o grão (ADAPAR, 2016). Aplicações sequenciais de Etefon em soja, em casa de vegetação, foram responsáveis por aumentar o número de ramos por planta e manter os teores de clorofila em altos níveis até o final do ciclo da cultura (CAMPOS; ONO; RODRIGUES, 2009).

O Retain® é um produto comercial, classe dos reguladores de crescimento, composto pelo ingrediente Cloridrato de Aviglicina (AVG), inibidor da biossíntese de etileno a partir da metionina (OWENS et al., 1980) e, portanto, pode suprimir a produção de etileno em frutos climatéricos. Retain® é um regulador de maturação vegetal, indicado para as macieiras para

retardamento da maturação da fruta, menor queda de frutos, maior firmeza, melhoria nas qualidades e aumento do peso médio dos frutos (ADAPAR, 2016).

Existem trabalhos, no Brasil, com aplicações de AVG em algodão, dose de 30 g.i.a.ha<sup>-1</sup><sup>1</sup> que evidenciaram aplicações no início da fase reprodutiva (primeiro botão floral) resultaram em maiores valores para os componentes de rendimento analisados: rendimento de algodão em caroço e de fibras (BRITO et al., 2013).

Outro trabalho com inibidor da síntese de etileno, neste caso o ingrediente ativo foi o 1-methylcyclopropeno (MCP), avaliou-se a aplicação do produto para redução de estresse causado por encharcamento em soja cultivada em terras baixas, previamente cultivada com arroz irrigado. Neste trabalho o MCP reduziu as perdas de produtividade de grãos causadas por tal estresse, sendo o momento mais indicado para a aplicação do produto foi em estádio R1 (início do florescimento). Outra conclusão foi que não houve diferença entre as doses aplicadas, pois hormônios são eficientes em baixas concentrações (THEISEN et al., 2008).

O Pix HC® é um regulador de crescimento, do grupo químico amônio quaternário, cujo ingrediente ativo é o cloreto de mepiquate (25%). Pertence ao grupo dos bio reguladores (inibidores da síntese do ácido giberélico), é absorvido pelas folhas atuando sistematicamente em toda planta. Pix HC, por mimetizar o efeito da citocinina e inibir a síntese de ácido giberélico, reduz altura de planta e comprimento dos ramos, propiciando que a planta apresente uma arquitetura mais compacta e adequada a produção. Também promove um direcionamento dos fotossintatos para o processo reprodutivo (ADAPAR, 2016).

O Maxcel® é um regulador de crescimento do grupo das citocininas, cujo ingrediente ativo é N6-benzyladenine (benziladenina), na concentração de 20 g de i.a.L<sup>-1</sup>. O produto é recomendado para aplicação em Macieiras, promovendo o raleio de frutos e flores de baixa qualidade (ADAPAR, 2016). A aplicação da benziladenina proporciona aumento do número de flores femininas e da produção de grãos por planta de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), porém com menor pegamento dos frutos. Assim a aplicação da benziladenina aumentou a produtividade de pinhão-manso em 92% (GOUVEIA et al., 2012).

Não foram encontrados produtos comerciais, registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) a base de ácido salicílico ou ácido acetil salicílico (AS) e ácido indolbutírico (AIB) isolados. Assim para simular AS são usados nos experimentos medicamentos usados em humanos. Esses medicamentos são conhecidos com marcas comerciais como Aspirina® e Dormex®, nestes o ingrediente ativo ácido acetil salicílico tem alta pureza química e precisão de doses, que variam de 200 a 1000 mg. Para simular o ácido indolbutírico (AIB), um dos produtos mais usados é da marca Vetec, que possui pureza de 98%.



### **3. MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DA DESFOLHA EM SOJA PELA APLICAÇÃO DE FITORMÔNIOS**

#### **3.1 RESUMO**

Objetivou-se nesse trabalho avaliar a eficiência de fitormônios em mitigar o efeito de desfolhas em plantas de soja sobre características morfométricas, produtividade e germinação das sementes produzidas. Foram conduzidos três experimentos de campo, um na safra 2015/2016 e dois em 2016/2017, em Brunópolis, SC, utilizando as cultivares NS\_5000\_IPRO e M\_5917\_IPRO. Os experimentos foram conduzidos em arranjo fatorial com parcelas subdivididas: nas parcelas dois estádios de realização das desfolhas (R1-florescimento e R3-formação legume), nas subparcelas os três níveis de desfolha: 0 (D0%), 50 (D50%) e 100 % (D100%) de área foliar retirada, e nas sub-subparcelas os seis fitormônios: AIB; mepiquat; etefon; AVG; AS; cinetina+ácido giberélico+ácido indolbutírico e a testemunha, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas com o teste de Duncan e Dunnett, a 5% de probabilidade. De maneira geral as desfolhas de D100% reduziram a altura de planta (ALT), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), diâmetro médio de semente (DMS), produtividade de grãos (PROD) e germinação de sementes (G%). A desfolha D50% reduziu sempre ALT e MMS, nos outros componentes do rendimento e PROD houve recuperação, tanto na cv. M\_5917\_IPRO safra 2015/16 no estádio R1 e R3 e 2016/17 no estádio R3. Os produtos tiveram efeito nas características avaliadas dependentes da cultivar, destaque para aumento de PROD, na cv. NS\_5000\_IPRO, das plantas tratadas com Mepiq em comparação com os outros fitormônios (média dos níveis de desfolhas). Os componentes do rendimento NSP e NSV, em todos os experimentos, tiveram correlação linear positiva com a PROD independente da ocorrência de desfolhas. Conclui-se que desfolhas de D100% nos estádios reprodutivos reduzem a PROD, desfolhas < D50% podem ser suportadas dependendo da cultivar e estádio de ocorrência. Aplicações exógenas de fitormônios nas plantas desfolhadas apresentam influência sobre a PROD, não diferindo da testemunha.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, Desfolha Artificial, Reguladores de crescimento, estádios reprodutivos.

### 3.2 INTRODUÇÃO

Em condições naturais e agricultáveis, as plantas estão expostas a estresses ambientais de natureza biótica ou abiótica. Assim estresse é definido como um fator externo que traz uma desvantagem sobre a planta. Estes fatores estressantes atingem as plantas, que respondem de maneiras diferentes e com velocidades diferentes, buscando superar estes efeitos. Os fatores abióticos como temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar também limitam o número de espécies para cada ambiente, selecionando as mais adaptadas para cada ambiente (TAIZ; ZAGER, 2004).

A desfolha em plantas pode ser causada por ataque de insetos ou doenças, ocorrência de deficiência hídrica progressiva e também por chuvas de granizo. Os serviços meteorológicos costumam chamar de granizo as precipitações de pequenos grânulos de gelo transparentes ou translúcidos, esféricos ou com forma irregular, com diâmetro geralmente superior a 5 mm. O dano dá-se por ação mecânica dos granizos nas plantas, quase sempre associada a ventos fortes, causando: acamamento, cortando parte de folhas, dilaceramento de folhas, queda de folhas, quebra de colmos, de ramos e de galhos, danos a frutos e outras estruturas reprodutivas (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001).

A resposta da planta à desfolha deve ser considerada de forma diferenciada dependendo do estágio fisiológico o qual a planta se encontra no momento da desfolha, ocorrendo níveis diferentes de tolerância (TAIZ; ZAGER, 2004). Injúria são toleráveis pelas plantas de soja se: a área foliar restante (fonte) após a desfolha não for drasticamente reduzida, e a área foliar remanescentes for capaz de realizar fotossíntese suficiente para garantir a produção de energia, assim a produtividade de grãos será a mesma das plantas não desfolhadas (BUENO et al., 2010).

As cultivares de soja de maior ciclo possuem maior capacidade de recuperação de desfolhas. Plantas que estão em estágio fisiológico entre início de formação de vagens (R3) até início da formação de grãos (R5) apresentam as maiores reduções de produtividade (GLIER et al., 2015).

Peluzio et al. (2004), estudaram a desfolha em 11 estádios fenológicos: V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, R2, R4 e R6, observaram a interferência da desfolha em várias características da cultura como: número de dias até o florescimento, dias até a maturação, altura de planta, número de vagens, massa de grãos e produtividade de grãos. Concluíram que desfolhas de até 33% não foram capazes de reduzir a produtividade de soja, e que as maiores reduções de produtividade ocorrem quando as desfolhas ocorrem nos estágios de formação de vagens (R3 e

R4). Diogo et al. (1997) também observaram que desfolhas tardias (R2 a R4) reduzem o número de vagens e as mais tardias (R4 a R6) reduzem o número de grãos por vagem, componentes de rendimento que acarretam na menor produtividade de grãos da cultura.

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas, ativas em pequenas quantidades, produzidas em um tecido e transportadas para outro, onde provocam respostas fisiológicas. Os hormônios possuem influências estimulantes ou inibidoras, ou seja, atuam como mensageiros químicos dentro das plantas, desencadeando, acelerando ou inibindo processos fisiológicos (RAVEN et al., 1978). A idade da planta, órgão e as condições ambientais em que a planta está se desenvolvendo desencadearão a produção de cada tipo de hormônio que, isoladamente ou em conjunto, atuará sobre todos os processos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento vegetal (geminación, alongamento celular, alongamento de caule, surgimento de folhas, surgimento de florescimento, formação de sementes e senescência foliar) (RAVEN et al., 1978).

Devido à quantidade de hormônios vegetais e diversas interações com o ambiente, vários autores como: Campos; Ono; Rodrigues (2009); Albrecht et al. (2012); Martin-Mex et al. (2012); Passos et al. (2011); Fioreze et al. (2013); Brito et al. (2013); Theisen et al. (2008); Gouveia et al. (2012), buscaram entender e quantificar os efeitos de aplicações exógenas de fitormônios sobre várias espécies de plantas cultivadas. Estes estudos mostraram efeitos benéficos nas plantas: melhora nas características morfológicas das plantas (ligadas a produtividade de grãos), incremento nos componentes do rendimento e aumento de produtividade de grãos. Despertaram interesses para aprofundar os estudos em outras espécies e condições ambientais no momento da aplicação dos fitormônios.

Objetivou-se nesse trabalho avaliar o impacto negativo de três níveis de desfolhas artificiais durante a fase reprodutiva de plantas de soja sobre a produtividade de grãos, e a eficiência da aplicação de fitormônios como medida de mitigar os efeitos da restrição da fonte à produtividade de grãos da soja.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos distintos em lavouras comerciais de soja no município de Brunópolis, SC, um experimento com a cultivar NS\_5000\_IPRO na safra agrícola 2015/2016 (Experimento 1) e dois com a cultivar de soja Monsoy M\_5917\_IPRO, conduzidos nas safras agrícolas 2015/2016 (Experimento 2) e 2016/17 (Experimento 3).

Tabela 1 - Resumo das características ambientais das glebas usadas nos experimentos de soja.  
Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

|               | Cultivar    | Safra     | Coordenadas geográficas           | Altitude (m) | Tipo de Solo <sup>1</sup> | Sucessão de culturas <sup>2</sup>      | Densidade (mil plantas.ha <sup>-1</sup> ) | Adubação <sup>3</sup> |
|---------------|-------------|-----------|-----------------------------------|--------------|---------------------------|--|---|-----------------------|
| Experimento 1 | NS_5000_IPR | 2015/0    | -27°18'22.34" S / -50°46'43.58" O | 809          | Nitossolo Háplico         | Soja; aveia preta; soja; aveia preta;  | 290,0                                     | 275,0                 |
| Experimento 2 | M_5917_IPRO | 2015/2016 | -27°18'41.86"S / -50°52'51.50"O   | 885          | Latossolo Bruno           | Soja; aveia preta; milho; trigo;       | 290,0                                     | 225,0                 |
| Experimento 3 | M_5917_IPRO | 2016/2017 | -27°19'29.67" S - 50°53'34.17" O  | 891          | Latossolo Bruno           | Soja; aveia preta; milho; aveia preta; | 260,0                                     | 275,0                 |

<sup>1</sup> Classificado de acordo com a Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

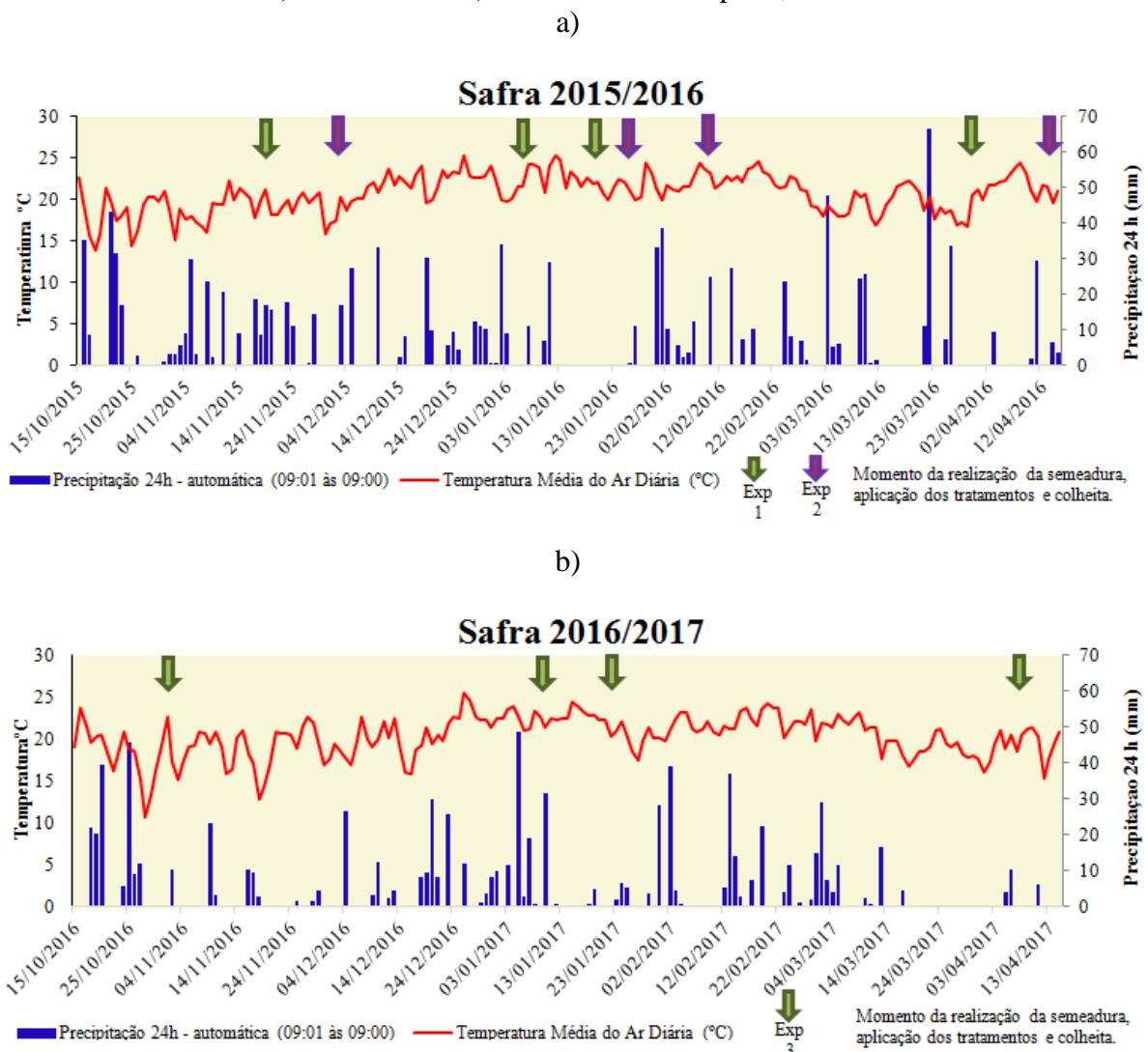
<sup>2</sup> Safra de verão 2013/2014; inverno 2014; verão 2014/2015; inverno 2015.

<sup>3</sup> Adubação expressa em Kg.ha<sup>-1</sup> de NPK, 5-25-25.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

O município de Brunópolis está localizado no planalto sul do estado de Santa Catarina. Possui clima Cfa. Durante a realização dos experimentos as precipitações pluviométricas tiveram volume adequado (entre 650 e 800 mm de chuva) para desenvolvimento das plantas de soja (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Na safra de 2015/2016 experimento 01 foram 775,6 mm, experimento 02 de chuva 783,4 mm; na safra de 2016/2017 experimento 3 foram 656,4 mm de chuva. Mas ocorreram alguns períodos de distribuição irregular destas chuvas, como a falta de chuvas entre os estádio R1 e R3 no experimento 1, e antes do R1 no experimento 2 (14 dias sem precipitação) na safra 2015/2016 (Figura 1).

Figura 1 – Momento da realização da semeadura, realização das desfolhas, colheita, de acordo com a precipitação pluvial 24 h (mm) e temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) registradas nas safras de a) 2015/2016 e b) 2016/2017. Brunópolis, SC.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

O solo, de todos os experimentos, foi corrigido elevando o pH para 6,0 e feita adubação do solo da área objetivando o potencial produtivo de quatro mil quilos de grãos por hectare, observando as análises de solo (Tabela 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).

Tabela 2 - Resumos dos resultados das análises de solo de três glebas utilizadas em experimentos de soja, no município de Brunópolis, SC, 2015 e 2016.

| Experimento                       | Gleba 1 | Gleba 2 | Gleba 3 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| Argila (%)                        | 50      | 64      | 55      |
| pH H <sub>2</sub> O               | 6,1     | 5,5     | 6,2     |
| pH Índice SPM                     | 6,3     | 5,6     | 6,3     |
| MO (%)                            | 3,2     | 4,2     | 4,3     |
| P (mg.dm <sup>-3</sup> )          | 9,3     | 4,9     | 12,0    |
| K (mg.dm <sup>-3</sup> )          | 39      | 43,6    | 80,0    |
| Ca tro (mg.dm <sup>-3</sup> )     | 6,6     | 7,1     | 7,0     |
| Mg tro (cmolc.dm <sup>-3</sup> )  | 3,6     | 4,4     | 4,2     |
| Al troc (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) | 0,0     | 0,0     | 0,0     |
| Al+H (cmolc.dm <sup>-3</sup> )    | 3,9     | 6,9     | 5,2     |
| CTC (cmolc.dm <sup>-3</sup> )     | 14,2    | 18,6    | 16,6    |
| Sat. da CTC por bases (%)         | 72      | 63      | 67      |
| Sat. da CTC por Al (%)            | 0       | 0       | 0       |

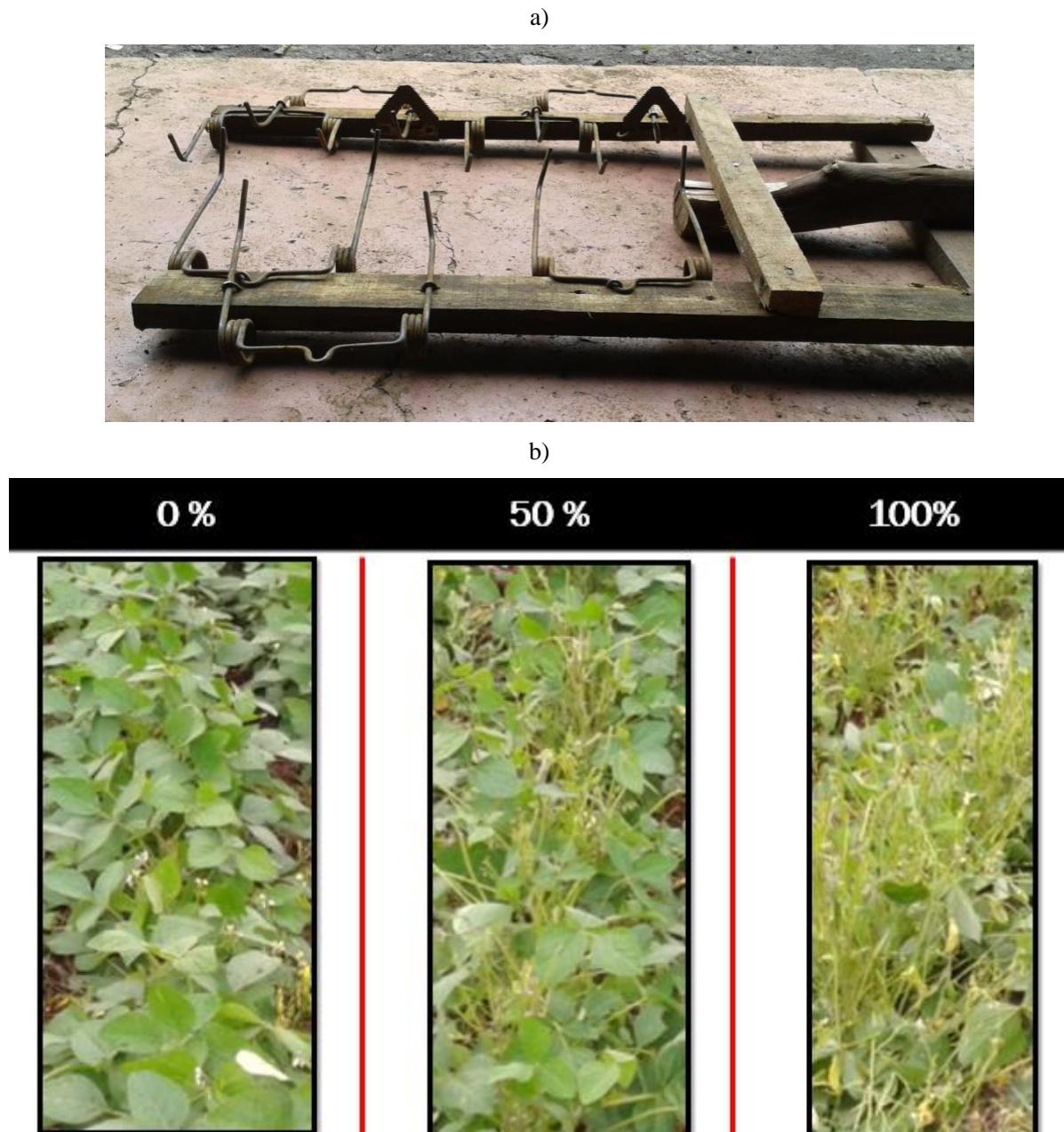
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

No segundo ano não foi possível repetir o experimento com a cultivar NS\_5000\_IPRO, pois a cultivar teve pequena área comercial cultivada na safra 2016/17, devido a baixa produtividade de grãos desta cultivar na safra anterior (baixa adaptabilidade a região comparada com outras cultivares usadas).

Cada experimento foi desenvolvido em esquema fatorial 2x3x7, disposto em parcelas sub-sub-divididas, com quatro repetições (total de 168 unidades experimentais). Cada sub-sub-parcela (unidade experimental) foi composta por quatro linhas, espaçadas com 50 cm e 8 metros de comprimento. No momento da colheita foram descartadas as duas linhas mais externas e 50 cm do inicio e do final da linha, ficando as unidades experimentais com uma área útil de 7,0 m<sup>2</sup>.

A parcela principal foi composta pelo estádio de ocorrência da desfolha (E): plantas em início de florescimento (R1) e plantas em formação de vagem (R3). A subparcela com os níveis de desfolha artificial (D) 0 % (plantas sem desfolha) 50 % (plantas que foram retiradas aproximadamente 50 % da área foliar com auxílio de um equipamento desfolhador [desfolhador]), e 100 % (retirada de aproximadamente 100 % das folhas) (Figura 2a e 2b). O equipamento desfolhador foi usado de maneira ascendente, retirando principalmente as folhas do estrato superior da planta (1/3 superior).

Figura 2 - a) Desfolhador de soja: equipamento composto por gancho, pontas metálicas e hastes de madeira e b) níveis de desfolha de plantas de soja: sem desfolha (D0%) e após o uso do desfolhador (D50 % e D100%). Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na sub-subparcela ficaram os produtos simulando os fitormônios (P), conforme tabela 2. Na calda de aplicação de todos os produtos foi adicionado Brak True (Espalhante Adesivo não-iônico/Penetrante do grupo químico dos silicones) 0,1 % do volume da calda.

Tabela 3 - Descrição dos produtos comerciais usados para a mitigação dos efeitos de desfolha em soja.

|   | <b>Hormônio a simular</b>                  | <b>Produto comercial (p.c.)</b> | <b>Ingrediente ativo (i.a.)</b>                          | <b>Dose p.c. . ha<sup>-1</sup> / i.a. . ha<sup>-1</sup></b> |
|---|--|---------------------------------|--|---|
| 1 | Auxina                                     | Vetec/laboratorial              | Ácido indolbutírico - AIB                                | 80,0 g./ 80,0 g.  |
| 2 | Citocinina                                 | Pix HC                          | Cloreto de Mepiquate                                     | 1,0 L/0,25L   |
| 3 | Promotor de Etileno                        | Ethrel                          | Etefom   | 0,45 L/ 324 g   |
| 4 | Inibidor de Etileno                        | Retain                          | Cloridrato de Aviglicina                                 | 170 g / 25,5 g  |
| 5 | Ácido acetil salicílico                    | Aspirina                        | Ácido Acetil Salicílico                                  | 60,0 g/ 300 mg  |
| 6 | Mistura de citocinina, auxina e giberelina | Stimulate                       | Cinetina<br>Ácido Giberélico<br>Ácido 4-indol-3-Butírico | 0,5 L p.c./<br>0,045 g<br>0,025 g<br>0,025 g                |
| 7 | Testemunha                                 | Água pura                       | -  | -   |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A dose dos produtos foi obtida através das recomendações feita pelas empresas fabricantes dos produtos (Pix HC, Ethrel e Stimulate) ou através de outros trabalhos realizados anteriormente (AVG, AS, AIB).

Os produtos foram aplicados via pulverizador costal de parcelas experimentais do modelo “Herbicat H” pressurizado por CO<sub>2</sub>, 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<sup>-1</sup>. Sendo aplicados sempre 24 horas após a ocorrência das desfolhas (Tabela 4), as 17h00, velocidade do vento menor que 10 Km.h<sup>-1</sup> e temperatura do ar menor que 30 °C.

Os tratos culturais foram feitos seguindo as Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016 (EMBRAPA, 2014) (Tabela 4). Ao final do ciclo foram coletadas 10 plantas por unidade experimental (10 plantas consecutivas no meio da sub-sub-parcela) para avaliação das características:

- ALT, altura de planta: medida com fita métrica (cm) a partir do nó cotiledonar até a inserção do último nó;
- NVP, número de vagens por planta: média da contagem do NVP de 10 plantas,
- NSV, número de sementes por vagem: média da contagem do NSV de 50 vagens da sub-sub-parcela.
- NSP, número de sementes por planta: calculado com a multiplicação: NVP x NSV = NSP.

Tabela 4 - Resumo das datas de realização da semeadura, aplicação dos tratamentos e colheita de três experimentos, a campo, sobre mitigação dos efeitos de desfolha, no município de Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Manejo                           | Datas      |            |            |
|----------------------------------|------------|------------|------------|
|                                  | Exp. 1     | Exp. 2     | Exp. 3     |
| Semeadura                        | 21/11/2015 | 03/12/2015 | 30/10/2016 |
| Desfolha R1                      | 04/01/2016 | 25/01/2016 | 10/01/2017 |
| Aplicação produtos – Fitormônios | 05/01/2016 | 26/01/2016 | 11/01/2017 |
| Desfolha R3                      | 18/01/2016 | 09/02/2016 | 21/01/2017 |
| Aplicação produtos – Fitormônios | 19/01/2016 | 10/02/2016 | 22/01/2017 |
| Colheita                         | 28/03/2016 | 20/04/2016 | 08/04/2017 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Após as parcelas foram colhidas com auxílio de uma colheitadeira de parcelas experimentais (Marca Wintersteiger) e foram determinadas as características:

- MMS, massa de 1000 sementes: contagem de mil sementes com contador eletro/mecânico de sementes e mensurada a massa com balança eletrônica (precisão de 0,01 g);
- DMS: diâmetro médio de semente: passagem de 200 g de sementes em balança eletrônica (0,01 g), e posterior passagem das sementes em peneiras com diferentes diâmetros de furo, e posterior pesagem das sementes retidas em cada peneira. O DMS foi obtido usando a Expressão Matemática 1),

Expressão matemática 1:

$$\text{DMG} = [(\% \text{ de grãos com diâmetro maior que } 7,0 \text{ mm} \times 7,0) + (\% \text{ de grãos com diâmetro maior que } 6,5 \text{ mm} \times 6,5) + (\% \text{ de grãos com diâmetro maior que } 6,0 \text{ mm} \times 6,0) + (\% \text{ de grãos com diâmetro maior que } 5,5 \text{ mm} \times 5,5) + (\% \text{ de grãos com diâmetro maior que } 5,0 \text{ mm} \times 5,0)] / 100$$

- PROD, produtividade de sementes da parcela ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ): mensura a massa com balança eletrônica (0,01 g) de todas as sementes da sub-sub-parcela, corrigindo o valor para umidade de 13% (determinação da umidade: pesagem de 100 g de semente, deixada por 24 h em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ , e nova pesagem). Somada a produtividade estimada das 10 plantas, retiradas para análises das características morfométricas. Extrapolando o resultado da unidade sub-subparcela ( $7,0 \text{ m}^2$ ) para hectare ( $10.000,0 \text{ m}^2$ ).
- G%, germinação padrão de sementes: % de sementes germinadas, para a germinação utilizaram-se 50 sementes de soja por rolo de papel Germitest,

previamente umedecido com água destilada com água suficiente para 3x o peso do papel seco, mantidos em câmara de germinação a 25 °C por 8 dias, com quatro repetições. Para submeter os resultados a análise de variância (ANOVA) os dados de % de germinação foram transformados em arco seno de  $(x / 100)^{0,5}$  para homogenizar as variâncias.

•

Figura 3 – Equipamentos utilizados para a avaliação em plantas de soja no final e após colheita: a) altura de planta; b) colheitadeira mecânica de parcelas; c) contador eletromecânico de sementes de soja e d) conjunto de peneiras com diferentes diâmetros de crivo circular (furo). Brunópolis, SC, 2016 e 2017.

a)



b)



c)



d)



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Como os experimentos foram conduzidos em três locais diferentes, com condições ambientais distintas (diferente altitude, solo, sucessão de cultura, temperatura, precipitações, época de semeadura, cultivar...), optou-se por analisar estatisticamente como experimentos diferentes. Os seja, não foram gerados contrastes/interações comparando resultados de experimentos diferentes (safra x safra; cultivar x cultivar).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, quando detectadas variações significativas, todas as médias foram contrastadas pelo teste de Duncan a 5% e 1% de significância e teste de Dunnett a 5% de significância foi usado para testar os contrastes dos

produtos com a testemunha. Os dados também foram submetidos a análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis, aplicado o teste t aos níveis de 5 e 1% de probabilidade.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Anexo 2) evidenciou na NS\_5000\_IPRO safra 2015/2016, efeito simples de estádio (E) para as variáveis ALT, NVP, NSP, MMS, DMS e PROD, de desfolha (D) para todas as variáveis, de produtos (P) para variáveis ALT, NSP, NSV e PROD, efeito da interação dupla para ExD para todas as variáveis, e de ExP para as variáveis MMS e G%. Na M\_5917\_IPRO safra 2015/2016 (Exp. 2), efeito simples de estádio (E) para NVP, NSP e PROD, de desfolha (D) para todas as variáveis, de produtos (P) para variáveis ALT, NSP e NVP, efeito da interação dupla para ExD para as variáveis ALT, NVP, NSP, NSV, PROD, e de ExP para a variável ALT. Na M\_5917\_IPRO safra 2016/17 (Exp. 3), efeito simples de estádio (E) para NVP, NSP e NSV de desfolha (D) para todas as variáveis, de produtos (P) para variáveis DMS, efeito da interação dupla para ExD para todas as variáveis, e de ExP para a variável DMS.

As análises e discussão dos resultados foram feitas sempre sobre as interações (significativas) mais complexas entre os fatores, que explicam melhor os efeitos dos tratamentos.

### 3.4.1 Altura de plantas

Houve redução de altura de planta nas cultivares devido a desfolha, variando de magnitude de acordo com a intensidade de desfolha e estádio que ocorreu (interação ExD). A cv. NS\_5000\_IPRO safra 2015/2016, em R1 teve, proporcionalmente, as maiores reduções de altura (falta de chuvas após a desfolha provavelmente favoreceu essa redução): R1 D50%=-19,0%; D100%=-30,9; R3 D50%=-10,0%; D100%=26,4%; que a cv. M\_5917\_IPRO safra 2015/2016: R1 D50%=-5,1%; D100%=-13,6; R3 D50%=-6,4%; D100%=21,3%; e a cv. M\_5917\_IPRO safra 2016/17 (R1 D50%=-6,52%; D100%=-20,56; R3 D50%=-10,31%; D100%=20,49%) (Tabela 5). Os resultados são de acordo com os encontrados com Peluzio et al. (2004), os quais mostram que desfolhas (principalmente as mais acentuadas: D100%) a partir do estádio V2 já levam a redução de altura de planta. Já Glier et al. (2015), não observou efeito das desfolhas sobre a altura de plantas, apesar de haver diferença entre a altura das cultivares estudadas. E Bueno; Batistela; Moscardi, (2010) mostraram que desfolhas de até 33,3%, independente do estádio de ocorrência, não alterou a altura das plantas de soja, se a desfolha for somente neste estádio (não for permanente em todo o ciclo da cultura).

Analizando os dois estádios de desfolha, com D100%, em R1, NS\_5000\_IPRO 2015/2016 e M\_5917\_IPRO 2016/2017 houve uma redução de 4,1% e 10,1%, respectivamente, na altura em comparação com a mesma desfolha ocorrida em R3 (Tabela 5). Essa redução ocorreu pelas plantas continuarem crescendo intactas até R3, quando houve a desfolha. O trabalho realizado por Diogo et al. (1997), também encontrou resultados semelhantes aos deste estudo, pois além de afirmar que níveis crescentes de desfolha levam a decrescimentos constantes de altura, que nos estádios próximos ao florescimento pleno (V12 e R2) a ocorrência de desfolhas gera as maiores reduções de altura de plantas.

Tabela 5 - Altura de planta (cm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safra 2015/2016 e 2016/2017.

| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |   |         |   |  |    |       |
|--|---|---------|---|--|----|-------|
| Desfolha                               |   | Estádio |   |  |    |       |
|  |   | R1      |   |  | R3 |       |
| 0%                                     | A | 68,3    | b |  | A  | 70,2  |
| 50%                                    | B | 55,3    | b |  | B  | 63,1  |
| 100%                                   | C | 47,1    | b |  | C  | 51,6  |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016  |   |         |   |  |    |       |
| 0%                                     | A | 75,5    | b |  | A  | 79,6  |
| 50%                                    | B | 71,6    | a |  | B  | 74,5  |
| 100%                                   | C | 65,2    | a |  | C  | 62,6  |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |   |         |   |  |    |       |
| 0%                                     | A | 103,0   | a |  | A  | 107,4 |
| 50%                                    | B | 96,3    | a |  | B  | 96,4  |
| 100%                                   | C | 81,8    | b |  | C  | 85,4  |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, estádio R1, a aplicação de AVG favoreceu o crescimento das plantas, que apresentaram as maiores alturas comparando com todos os outros tratamentos e a testemunha. No estádio R3 os tratamentos com AIB e GIC tiveram as maiores alturas em comparação com as plantas tratadas com MEPIQ; ETEFON, não sendo observadas diferenças com a testemunha (Tabela 6). Resultados semelhantes aos encontrados por Souza et al. (2013) que a aplicações MEPIQ, nos estádios R1/R2, reduzem a altura de plantas de soja e por Campos; Ono; Rodrigues (2010) em que o ETEFON pode ser usado como redutor de crescimento de plantas, inibindo o acamamento destas. Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 as plantas tratadas com MEPIQ tiveram as maiores alturas quando comparadas com a testemunha e plantas tratadas com AS e ETEFON.

Tabela 6 - Altura de planta (cm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016 e 2016/2017.

| Produto               | NS_5000_IPRO 2015/2016 |      |    |      |      |    |
|-----------------------|------------------------|------|----|------|------|----|
|                       | Estádio                |      |    |      |      |    |
|                       | R1+R3                  |      |    |      |      |    |
| Testemunha            | 56,9                   |      |    |      |      |    |
| AS ¥                  | B                      | 58,0 |    |      |      |    |
| AIB                   | AB                     | 59,2 |    |      |      |    |
| ETEFON                | B                      | 56,9 |    |      |      |    |
| MEPIQ                 | A                      | 61,6 | ** |      |      |    |
| AVG                   | AB                     | 59,4 |    |      |      |    |
| GIC                   | AB                     | 59,1 |    |      |      |    |
| M_5917_IPRO 2016/2017 |                        |      |    |      |      |    |
|                       | R1                     |      |    | R3   |      |    |
| Testemunha            | 71,0                   | a    | ns | 73,8 | a    | ns |
| AS                    | B                      | 70,0 | a  | ABC  | 72,0 | a  |
| AIB                   | B                      | 71,0 | b  | A    | 76,4 | a  |
| ETEFON                | B                      | 69,0 | a  | C    | 68,1 | a  |
| MEPIQ                 | B                      | 69,0 | a  | BC   | 69,4 | a  |
| AVG                   | A                      | 76,3 | a  | ABC  | 71,6 | b  |
| GIC                   | B                      | 69,5 | a  | A    | 75   | a  |

¥; AS: Ácido Acetil Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05). ns diferença não significativa (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### **3.4.2 Número de vagens por planta**

A cv. NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 apresentou interação entre ExD. Em R1 as desfolhas de D50% não reduziram o número de vagens por planta (NVP) em relação a testemunha, havendo reduções das desfolhas de D100% e relação D0%. No estádio R3 as desfolhas de D50% e D100% reduziram o NVP (Tabela 7).

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, as desfolhas de D50% resultaram em um incremento de 29,3 e 32,6% no NVP em relação as plantas D0% testemunha, nos estádios R1 e R3, respectivamente. No estádio R1 D0% e D100% tiveram o mesmo NVP, somente no estádio R3, as plantas D0% produziram 31,2 % mais vagens que as plantas D100% (Tabela 7).

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2016/17, quando a desfolha ocorreu no estádio R1 somente a D100% reduziram NVP em 13,1%. Já quando a desfolha ocorreu em R3, D50% e D100% reduziram ao NVP em 12,58 e 41,63% respectivamente. Comparando os dois estádios de ocorrência, D50% e D100%, a ocorrência em R3 reduziu em 13,43 e 29,84% o NVP, respectivamente, em comparação com R1 (Tabela 7).

Os resultados estão de acordo com Peluzio et al. (2004), em que sempre as desfolhas de D100% reduziram o NVP. O mesmo autor também relatou que desfolhas intermediárias de (D33% e D66%) em R4 não alteraram o NVP, como ocorreu na cultivar M\_5917\_IPRO na safra 2015/2016. Sedyiyama, et al. (1996 apud PELUZIO et al., 2004), afirmam que nas fases de formação das flores (R1 e R2) e vagens (R3 e R4) são períodos de grande aumento de número de drenos das plantas de soja. Pois, além de estarem crescendo em altura e número de nós e ramos (principalmente as cultivares de crescimento indeterminado) há formação das estruturas reprodutivas. Assim, nesses períodos ocorrem picos de atividade fotossintética, suprindo as demandas por fotoassimilados. Portanto, quando a fonte produtora de fotoassimilados for reduzida drasticamente nesses estádios haverá redução do NVP. Mas se após a desfolha existir área foliar remanescente suficiente (dependente de cultivar e ambiente) e preferencialmente a planta estiver no início do estádio reprodutivo (R1), em que não existem tantos drenos (em número e tamanho destes), há plasticidade reprodutiva, ela conseguirá atingir um pico de atividade fotossintética e não terá reflexo no NVP.

Tabela 7 - Número de vagens por planta (NVP) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safra 2015/2016 e 2016/2017.

| NS_5000_IPRO 2015/2016 |    |         |   |  |  |    |      |
|------------------------|----|---------|---|--|--|----|------|
| Desfolha               |    | Estádio |   |  |  | R3 |      |
|                        |    | R1      |   |  |  |    |      |
| 0%                     | AB | 42,9    | a |  |  | A  | 43,7 |
| 50%                    | A  | 46,5    | a |  |  | B  | 36,9 |
| 100%                   | B  | 40,1    | a |  |  | C  | 21,8 |
| M_5917_IPRO 2015/2016  |    |         |   |  |  |    |      |
| 0%                     | B  | 33,8    | a |  |  | B  | 31,2 |
| 50%                    | A  | 43,8    | a |  |  | A  | 41,4 |
| 100%                   | B  | 30,8    | a |  |  | C  | 21,5 |
| M_5917_IPRO 2016/2017  |    |         |   |  |  |    |      |
| 0%                     | A  | 69,3    | a |  |  | A  | 72,4 |
| 50%                    | A  | 73,1    | a |  |  | B  | 63,2 |
| 100%                   | B  | 60,2    | a |  |  | C  | 42,2 |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A cultivar M\_5917\_IPRO, safra de 2015/2016, as plantas tratadas com ETEFON apresentaram maior NVP que as tratadas com AS (-18,8%) e com MEPIQ (-14,7%). A mesma cultivar, na safra 2016/2017, o tratamento com GIC apresentou maior NVP que as plantas tratadas com AS (-13,7%), AIB (-11,45%) e AVG (-15,7%). As plantas tratadas com AVG e AS apresentaram NVP menores que a testemunha, ou seja, provocaram perda de vagens. Nas duas safras a aplicação de AS levou a menor produção de vagens por planta (Tabela 8).

Relembrando as funções comuns do AS e do AVG, visto que os dois são capazes de fazer a inibição da produção do etileno nos tecido e que o ETEFON é um promotor de etileno, assim induz-se a concluir que a inibição da produção de etileno pode levar a redução no NVP. Apesar de reduzir o NVP, devido a provável inibição do etileno (síntese ou ação) pela aplicação desses produtos, as aplicações de AS e AVG não levaram a reduções de PROD na cultivar M\_5917\_IPRO. Vieira (2011) estudando efeito da aplicação do AS em plantas de feijão, concluiu que as aplicações do produto, em doses de até 10 mM, não foram capazes de alterar componentes do rendimento como NVP e PROD do feijoeiro.

Aplicações de MCP, que também é um inibidor de etileno, foram capazes de mitigar efeitos do encharcamento do solo em soja (THEISEN et al., 2008). Aliada a informação que o ETEFON é um promotor de etileno e no experimento não influenciou (positiva ou negativamente) no NVP, cria indícios que a ação do etileno, em resposta aos estresses (encharcamento ou desfolha) está relacionada a níveis presente na planta. Para saber o momento

correto da aplicação de produtos exógenos, deverão ser feitos mais estudos, realizando trabalhos sobre níveis endógenos de etileno ao longo do tempo, antes e após a ocorrência do estresse, além de doses de produto a aplicar. Assim haverá conclusões mais robustas sobre aplicações exógenas de inibidores/promotores de etileno.

Tabela 8 - Número de vagens por planta (NSP) da cultivar de soja M\_5917\_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016 e 2016/2017.

|            | NSP(nº)               |      |                       |
|------------|-----------------------|------|-----------------------|
|            | 1ª. Safra (2015/2016) |      | 2ª. Safra (2016/2017) |
| Testemunha | 35,5                  | ns   | 67,5                  |
| AS ¥       | C                     | 30,0 | C                     |
| AIB        | AB                    | 35,9 | BC                    |
| ETEFON     | A                     | 37,0 | ABC                   |
| MEPIQ      | BC                    | 31,5 | ABC                   |
| AVG        | ABC                   | 34,7 | C                     |
| GIC        | ABC                   | 34,1 | A                     |

¥; AS: Ácido Acetil Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05). ns: diferença não significativa (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.4.3 Número de sementes por planta

Todas as cultivares apresentaram interação entre ExD para o NSP. Na cv. NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, em R1 as plantas D50% e D100% tiveram uma redução no NSP de 11,7 e 41,9 %, em R3 essa diferença foi de 9,5 e 65,0% respectivamente, sempre em comparação com as plantas D0%. Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, as plantas D100% nos estádios R1 e R3 tiveram uma redução no NSP de 23,7 e 59,4 %, respectivamente, em comparação com a D0%. E D100% no estádio R3, também foi mais prejudicial a produção de NSP que em R1 (Tabela 9).

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, em R1 as plantas D50% e D100% tiveram uma redução no NSP de 10,1 e 47,7 %, respectivamente, e no estádio R3 somente a desfolha de D100% reduziu o NSP em 21,9 em relação a D0% (Tabela 9).

Sempre as desfolhas D100% (maior perda de área foliar) resultam em redução no NSP. Já na desfolha intermediaria de D50%, com destaque para a cv M\_5917\_IPRO, a área foliar remanescentes foi capaz de produzir fotoassimilados suficientes para manter o NSP.

Tabela 9 - Número de sementes por planta (NSP) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| NS_5000_IPRO 2015/2016 |   |         |   |   |             |             |
|------------------------|---|---------|---|---|-------------|-------------|
| Desfolha               |   | Estádio |   |   | R3          | b<br>a<br>b |
|                        |   | R1      | a | A |             |             |
| 0%                     | A | 77,0    | a | A | 71,3        | b           |
| 50%                    | B | 68,0    | a | B | 64,5        | a           |
| 100%                   | C | 44,8    | a | C | 24,9        | b           |
| M_5917_IPRO 2015/2016  |   |         |   |   |             |             |
|                        |   | Estádio |   |   | a           | a<br>a<br>b |
|                        |   | R1      | a | A |             |             |
| 0%                     | A | 63,1    | a | A | 62,8        | a           |
| 50%                    | A | 60,9    | a | A | 62,9        | a           |
| 100%                   | B | 48,1    | a | B | 25,5        | b           |
| M_5917_IPRO 2016/2017  |   |         |   |   |             |             |
|                        |   | Estádio |   |   | b<br>a<br>a | b           |
|                        |   | R1      | a | A |             |             |
| 0%                     | A | 112,0   | a | A | 89,4        | b           |
| 50%                    | B | 99,7    | a | A | 93,7        | a           |
| 100%                   | C | 58,0    | b | B | 69,7        | a           |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, observou-se efeito da aplicação dos produtos reguladores de crescimento (P) sob NSP. A aplicação de AIB e GIC apresentou menor NSP de 10,3% e 9,1%, respectivamente, em comparação a aplicação de MEPIQ (Tabela 10). Souza et al. (2013) não observou efeito da aplicação de qualquer regulador de crescimento testado sobre o NSP, no trabalho os autores usaram a cv. Coodecetec 2226 RR, que é uma cultivar do grupo de maturação (GM) 6,6, tardia, com ciclo mais próximo da cultivar M\_5917\_IPRO, que também não foi sensível a qualquer regulador de crescimento. Já a cultivar NS\_5000\_IPRO pertence ao GM 5,0, superprecoce para as condições ambientais (latitude) de Santa Catarina, foi influenciada por estes produtos como mostrado (Tabela 9).

Tabela 10 - Número de sementes por planta (NSP), cultivar de soja NS\_5000\_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitomônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016.

| Tratamentos |     | NSP (n°) |    |
|-------------|-----|----------|----|
| Testemunha  |     | 61,2     | ns |
| AS ¥        | ABC | 58,6     |    |
| AIB         | BC  | 56,7     |    |
| ETEFON      | ABC | 57,1     |    |
| MEPIQ       | A   | 61,9     |    |
| AVG         | ABC | 59,3     |    |
| GIC         | C   | 56,1     |    |

¥; AS: Ácido Acetil Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### **3.4.4 Número de sementes por vagem**

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 o número de sementes por vagem (NSV) apresentou no estádio R1 uma redução de 17,9 e 34,2 %, com o aumento nas desfolhas para D50% e D100%, respectivamente. Em R3 somente o D100% de desfolha reduziu o NSV, em 29,5%. Na cultivar M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, a desfolha em R1 de D50% e D100% reduziu o número de sementes por vagem com grande intensidade, 32,1% e 20,8%, respectivamente em relação a testemunha. Em R3 apesar da redução no número de sementes por vagem com a desfolha de D50% em 23,3%, a maior redução de NSV ocorreu nas desfolhas de D100% com 39,5% (Tabela 11).

Na cultivar M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, quando as desfolhas de D50% e D100% ocorreram em R1 reduziram NSV em 14,5% e 40,6%, respectivamente, em relação a D0%. Já quando a desfolha ocorreu em R3, D50% e D100% aumentaram o NSV em 22,2% e 34,9% respectivamente, em relação a D0%. Mesmo D0%, R3, produzindo menos sementes por vagem, não levou a redução na PROD, por ser compensada por outros componentes do rendimento como NVP, NSP e MMS. Comparando a desfolha de D100%, nos dois estádios, em R1 teve uma redução de 73,47 % no número de sementes por vagem em comparação com a mesma desfolha ocorrida em R3 (Tabela 11).

Peluzio et al. (2004), concluiu que o incremento no nível de desfolhas, independente do estádio de ocorrência, reduziu o NSV. Já Diogo (1997) observou que no estádio R2 a ocorrência de desfolha não alterou o NSV (independente do nível de desfolha), no estádio R4 somente desfolha de D100% reduziu o NSV. Os resultados seguem os observados pela literatura, onde a desfolha reduz o NSV.

Tabela 11 - Número de sementes por vagem (NSV) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |   |         |   |    |      |   |
|--|---|---------|---|----|------|---|
| Desfolha                               |   | Estádio |   |    |      |   |
|  |   | R1      |   | R3 |      |   |
| 0%                                     | A | 1,84    | a | A  | 1,69 | b |
| 50%                                    | B | 1,51    | b | A  | 1,82 | a |
| 100%                                   | C | 1,21    | a | B  | 1,19 | a |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016  |   |         |   |    |      |   |
| 0%                                     | A | 2,02    | a | A  | 2,10 | a |
| 50%                                    | B | 1,37    | a | B  | 1,61 | a |
| 100%                                   | B | 1,60    | a | C  | 1,27 | b |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |   |         |   |    |      |   |
| 0%                                     | A | 1,65    | a | B  | 1,26 | b |
| 50%                                    | B | 1,41    | a | A  | 1,54 | a |
| 100%                                   | C | 0,98    | b | A  | 1,70 | a |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, observou-se efeito da aplicação dos fitormônios. A aplicação de AIB, AVG e GIC, reduziu em 23,5%, 20,1% e 19,3%, respectivamente, o NSV em comparação as plantas que receberam a aplicação de MEPIQ (Tabela 12). É importante ressaltar que nenhum produto diferiu da testemunha.

Tabela 12 - Número de sementes por vagem (NSV) da cultivar NS\_5000\_IPRO, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016.

| Cv NS_5000_IPRO |    |         |
|-----------------|----|---------|
| Tratamentos     |    | R1 + R3 |
| Testemunha      |    | 1,53    |
| AS ¥            | AB | 1,55    |
| AIB             | B  | 1,40    |
| ETEFON          | AB | 1,61    |
| MEPIQ           | A  | 1,73    |
| AVG             | B  | 1,44    |
| GIC             | B  | 1,45    |

¥; AS: Ácido Acetyl Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### **3.4.5 Massa de mil sementes**

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, houve redução da massa de mil sementes (MMS) de 2,2% e 4,9 % na desfolha de D50%, em R1 e R3, respectivamente. Essas diferenças foram muito maiores na desfolha D100%, que levou a perdas de MMS de 3,9 % e 20,5% em R1 e R3, respectivamente. Na cv M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, a redução da MMS ocorreu com mesma magnitude nos dois estádios fenológicos de ocorrência da desfolha; as desfolhas de D50% e D100% levaram a perdas de MMS de 2,3 % e 8,4 %, respectivamente (Tabela 13).

Na cv M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, quando as desfolhas de D50% e D100% ocorreram em R1 reduziram a MMS em 7,4 e 8,2%, respectivamente. Já quando as desfolhas ocorreram em R3 reduziu a MMS de plantas em 3,4 e 13,3% respectivamente. Comparando os dois estádios de desfolha, com D100%, em R3 a MMS foi 3,7% menor que quando a desfolha ocorreu em R1. Quando a desfolha foi de D50% R1 houve uma redução de 6,4% na MMS em comparação com a mesma desfolha ocorrida em R3 (Tabela 13).

Peluzio et al. (2004), no estádio R2 observou que desfolhas de D33% e D100% levaram a redução da MMS, já no estádio R4 somente D100% levou a redução da MMS. Já Glier et al. (2015) observou na faze reprodutiva uma redução média da MMS de 6,2%, sendo mais severa nos estádios R3 e R5. Todos esses resultados nos permitem afirmar que as desfolhas em soja reduzem a MMS, e desfolhas (D100%) ocorridas nos estádios R3 e R4 são as mais impactantes na MMS devido a perda de capacidade da planta produzir fotoassimilados que supririam a demanda das sementes em formação.

Tabela 13 - Massa de mil sementes (g) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |   |         |   |       |       |         |
|--|---|---------|---|-------|-------|---------|
| Desfolha                               |   | Estádio |   |       | R3    | R1 + R3 |
|  |   | R1      |   | R3    |       |         |
| 0%                                     | A | 182,3   | a | A     | 182,6 | a       |
| 50%                                    | B | 178,2   | a | B     | 173,6 | b       |
| 100%                                   | C | 175,1   | a | C     | 145,0 | b       |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016  |   |         |   |       |       |         |
|  |   | R1 + R3 |   |       | R3    | R1 + R3 |
|  |   | A       |   | 165,1 |       |         |
| 0%                                     |   | B       |   | 161,2 |       |         |
| 50%                                    |   | C       |   | 151,2 |       |         |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |   |         |   |       |       |         |
|  |   | R1      |   |       | R3    | R1 + R3 |
|  |   | A       | b | A     |       |         |
| 0%                                     | A | 177,1   | b | A     | 180,9 | a       |
| 50%                                    | B | 164,2   | b | B     | 174,6 | a       |
| 100%                                   | B | 162,6   | a | C     | 156,8 | b       |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, todos os fitormônio aplicados em R3 reduziram a MMS em relação as aplicações feitas em R1 (resultado é a média das desfolhas: desfolhas em R3 levaram a menor MMS). Comparando os fitormônio entre si, a aplicação de ETEFON levou a redução da MMS em 4,5%, 5,1%, 5,2% e 4,7% em relação as plantas que receberam aplicações de AIB, MEPIQ, AVG e GIC respectivamente (Tabela 14). Souza et al. (2013) também não observaram diferenças de MMS após as aplicações de MEPIQ em relação a testemunha.

Buzzello (2009) estudando a ação de vários reguladores de crescimento sobre a soja, concluiu que as aplicações de ETEFON, com doses de 5.000 a 15.000 g de i.a. ha<sup>-1</sup>, (dose muito acima da recomendada pelo fabricante que é de 108 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) no estádio V7, estádio recomendado pelo fabricante do produto para as aplicações de ETEFON em soja, reduzem a MMS, NSV e PROD da soja. Além das plantas tratadas com MEPIQ e GIC terem maiores e PROD que as tratadas com ETEFON. O mesmo autor relata que as aplicações de ETEFON levaram a retenção foliar e retardamento de senescência, provavelmente causada pela falta de drenos e desbalanço hormonal. Eventos que não foram observados no presente trabalho mesmo o ETEFON sendo aplicado em estádios posteriores (R1 e R3), mas com uma dose inferior de ingrediente ativo: 150 g de i.a. ha<sup>-1</sup>.

Tabela 14 - Massa de mil sementes (MMS) de soja, cultivar NS\_5000\_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitomônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016.

| Tratamento |   | Estádios |   |         |       |   |    |
|------------|---|----------|---|---------|-------|---|----|
|            |   | R1       |   | MMS (g) |       |   | R3 |
| Testemunha |   | 178,8    | a | ns      | 167,0 | b | ns |
| AS ¥       | A | 175,0    | a | AB      | 166,1 | b |    |
| AIB        | A | 178,0    | a | A       | 168,3 | b |    |
| ETEFON     | A | 180,9    | a | B       | 160,7 | b |    |
| MEPIQ      | A | 178,3    | a | A       | 169,4 | b |    |
| AVG        | A | 176,8    | a | A       | 169,5 | b |    |
| GIC        | A | 182,1    | a | A       | 168,7 | b |    |

¥; AS: Ácido Acetyl Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.4.6 Diâmetro de semente

A cv NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 apresentou interação ExD, sendo que no estádio R3 as desfolhas de D0% e D50% apresentaram diâmetro médio de semente (DMS) semelhante, e a desfolha de D100% reduziu em 6,6 % o diâmetro das sementes. Em R1 as desfolhas D50% e D100% reduziram o DMS em 0,6% 1,2%, respectivamente, em relação a testemunha (Tabela 15).

Na cv M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, as desfolhas (independente do estádio) D0% apresentaram DMS semelhante as plantas D50%. Só observando reduções nas desfolhas de D100%, que reduziram o DMS em 6,1% em relação a D0% (Tabela 15).

Na cv M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, quando as desfolhas de D50% e D100% ocorreram em R1 reduziram o DMS em 2,6% em relação as plantas que não foram desfolhadas D0%. Já quando a desfolha ocorreu em R3, somente D100% reduziu o DMS em 3,5% em relação a D0%. Comparando os dois estádios de desfolha com D50%, em R1 apresentou uma redução de 3,33% no DMS em comparação com a mesma desfolha ocorrida em R3 (Tabela 15).

O diâmetro da semente é uma importante característica destas sementes de soja que serão processadas e servirão de sementes para cultivo da próxima safra, pois sementes menores (peneira 4,0 mm) produzem plantas com menor a ALT e menor PROD, em relação às sementes maiores (peneira 6,0 mm). Além de sementes maiores (peneira 7,0 mm) apresentam as maiores porcentagens de germinação e de vigor (PADUA et al., 2010). Sementes maiores possuem maiores porcentagens de germinação e de vigor quando submetidas a condições ideais de umidade (PEREIRA; PEREIRA; DIAS, 2013).

Tabela 15 - Diâmetro médio de sementes (mm) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |         |      |   |      |      |   |
|--|---------|------|---|------|------|---|
| Desfolha                               | Estádio |      |   |      |      |   |
|  |         | R1   |   |      | R3   |   |
| 0%                                     | A       | 6,40 | a | A    | 6,39 | a |
| 50%                                    | B       | 6,36 | a | A    | 6,39 | a |
| 100%                                   | C       | 6,32 | a | B    | 5,99 | b |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016  |         |      |   |      |      |   |
|  | R1 + R3 |      |   |      |      |   |
|  |         |      |   |      |      |   |
| 0%                                     | A       |      |   | 6,21 |      |   |
| 50%                                    | A       |      |   | 6,13 |      |   |
| 100%                                   | B       |      |   | 5,83 |      |   |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |         |      |   |      |      |   |
|  | R1      |      |   |      |      |   |
|  |         | R1   |   |      | R3   |   |
| 0%                                     | A       | 6,48 | b | A    | 6,56 | a |
| 50%                                    | B       | 6,31 | b | A    | 6,52 | a |
| 100%                                   | B       | 6,31 | a | B    | 6,33 | a |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Os produtos AS, MEPIQ, AVG e GIC aumentaram 1,59%, 1,75%, 2,22% e 1,91% o DMS, em relação a testemunha, quando aplicados no estádio R1 (Tabela 16).

Tabela 16 - Diâmetro médio de sementes (mm), da cultivar M\_5917\_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2016/17.

| Tratamentos |   | Estádios |   |    |   |      |   |
|-------------|---|----------|---|----|---|------|---|
|             |   | R1       |   |    |   | R3   |   |
| Testemunha  |   | 6,28     | b |    |   | 6,47 | a |
| AS ¥        | A | 6,38     | b | ** | A | 6,48 | a |
| AIB         | A | 6,38     | b |    | A | 6,48 | a |
| ETEFON      | B | 6,34     | b |    | A | 6,45 | a |
| MEPIQ       | A | 6,39     | b | ** | A | 6,46 | a |
| AVG         | A | 6,42     | b | ** | A | 6,52 | a |
| GIC         | A | 6,40     | a | ** | A | 6,42 | a |

¥; AS: Ácido Acetil Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05); ns diferença não significativa(Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.4.7 Produtividade de sementes

Na cv NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, a produtividade de sementes (PROD) apresentou um decréscimo para todos os níveis de desfolha: no estádio R1, com desfolhas de D50% e D100%, a redução de PROD foi de -12,7 e -44,0 %, respectivamente. No estádio R3, as mesmas intensidades de desfolha reduziram a PROD em -14,3 e -71,7 %. A maior redução de produtividade ocorreu na desfolha de 100% no estádio R3, quando as plantas já estavam formando as vagens (Tabela 17).

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, a D50%, não reduziu a produtividade de sementes. Ocorrendo redução de PROD somente nas desfolhas de D100%, nos dois estádios R1 e R3, com perda de 28,7 e 63,1%, respectivamente em relação as plantas não desfolhadas (D0%) (Tabela 17).

Na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, quando as desfolhas de D50% e D100%, ocorreram em R1, reduziram a produtividade de sementes em 13,9 e 52,1% respectivamente. Já quando a desfolha ocorreu em R3 somente a D100% reduziu a produtividade de sementes em 33,9%, em relação a D0%. Comparando os dois estádios de desfolha com D100%, em R3 houve uma redução de 13,9% na produtividade em comparação com a desfolha ocorrida em R1 (Tabela 17). A retirada de área foliar, D50%, foi concentrada no extrato superior das plantas, simulando uma chuva de granizo. Essa desfolha favoreceu a entrada de luz, aumentando a produção fotossintética das folhas do 1/3 inferior da planta (antes sombreadas).

Os resultados encontrados por Srinivasan; Kumar; Long (2017) apoiam essa afirmação, pois em seu trabalho a redução de índice de área foliar (IAF) exuberantes (à IAF de até 4,2) não resultam em menores PROD e levam as plantas redirecionar fotoassimilados que seriam gastos na produção de folhas para a produção de sementes. Infere-se que quando a D50% não reduziu a PROD da cultivar M\_5917\_IPRO, as parcelas mantiveram IAF igual ou maior que 4,2 ou outro IAF ótimo para a PROD (IAF ótimo para soja é 4,2; valor este que foi numericamente obtido em condições ambientais específicas obtidas no trabalho de Srinivasan; Kumar; Long 2017).

Peluzio et al. (2004) e Diogo (1997), de maneira semelhante, observaram que no estádio R2 somente as plantas D100% tiveram redução de produtividade; já no estádio R4 as desfolhas D66% e D100% levaram a menor PROD, sendo o estádio (R4) mais crítico para ocorrência de desfolhas. Glier et al. (2015), relata que as desfolhas com intensidade igual ou maior que D50%, em R3 e R5 reduzem a PROD, sendo as mais prejudiciais as que ocorrem em R5.

A recomendação para o controle, nível de ação (NA), de insetos desfolhadores ocorre quando a desfolha atinge 15% da área foliar das plantas no estádio reprodutivo (BUENO et al., 2010; MOSCARDI et al., 2010; EMBRAPA, 2014). Outros estudos, como os compilados na Bueno et al. (2010), além dos já citados acima e dos experimentos conduzidos e apresentados nesse trabalho, encontraram que mesmo na fase reprodutiva, em alguns experimentos as desfolhas de D33% não levaram a redução de PROD da cultura da soja, sendo que a atual recomendação de NA de 15% guarda uma margem grande de garantia (mais que o dobro) entre o NA e o nível de dano econômico (NDE), aonde inicia a perda de PROD e seria minimamente viável o controle de pragas desfolhadoras (calculando NDE sem custo de aplicação de medida de controle). Mostrando garantia de seguir tais ferramentas de monitoramento para realização do controle de pragas desfolhadoras da cultura da soja, mesmo nas atuais cultivares RR ou RR2 Intacta®.

Após ocorrência de chuvas de granizo em lavouras de soja no estádio reprodutivo, deve-se avaliar cada lavoura específica, observando a intensidade das desfolhas, porte da planta e estádio de ocorrência. Granizos de intensidade baixa, em plantas com grande porte, com grande área foliar, que mantenha IAF (no mínimo maior que 4,2, segundo Srinivasan; Kumar; Long, 2017), que desfolham principalmente a parte superior da planta, não levaram a redução de PROD.

Tabela 17 - Produtividade de sementes (PROD; Kg.ha<sup>-1</sup>) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brusque, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |    |                     |   |    |                     |   |
|--|----|---------------------|---|----|---------------------|---|
| Estádios                               |    |                     |   |    |                     |   |
| Desfolha                               | R1 |                     |   | R3 |                     |   |
|  |    | Kg.ha <sup>-1</sup> |   |    | Kg.ha <sup>-1</sup> |   |
| 0%                                     | A  | 3363                | a | A  | 3119                | b |
| 50%                                    | B  | 2937                | a | B  | 2671                | b |
| 100%                                   | C  | 1882                | a | C  | 882                 | b |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016  |    |                     |   |    |                     |   |
| 0%                                     | A  | 2973                | a | A  | 2914                | a |
| 50%                                    | A  | 2819                | b | A  | 3051                | a |
| 100%                                   | B  | 2120                | a | B  | 1076                | b |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |    |                     |   |    |                     |   |
| 0%                                     | A  | 4304                | a | A  | 3628                | b |
| 50%                                    | B  | 3706                | a | A  | 3556                | a |
| 100%                                   | C  | 2062                | a | B  | 2396                | b |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Na PROD houve diferença entre os produtos reguladores de crescimento na cv NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016. Sob influência de MEPIQ a PROD, em média, foi 6,0% maior, quando comparado aos outros produtos aplicados. Mas não houve diferença de PROD entre a aplicação de MEPIQ e a testemunha (Tabela 18).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Souza et al. (2013), trabalhando com fitormônios nos estádios reprodutivos (R1+R2), também observaram que a aplicação de MEPIQ superou somente a PROD de outro produto fitormônio (trinexapac-ethyl) e Vieira (2011), que não observou efeito de aplicações de AS sobre a PROD. E são diferentes de Buzzello (2009) que obteve reduções de PROD após a aplicação de ETEFON, causando efeitos tóxicos as plantas; e Marianno (2016) que observou reduções de PROD após a aplicação de MEPIQ.

Klahold (2006) e Albrecht et al. (2012) obtiveram ganhos de PROD com aplicações de Stimulate, principalmente quando aplicado no estádio V5 e combinados via tratamento de sementes. Estes últimos autores atribuem os aumentos de PROD aos incrementos das estruturas vegetativas em formação, como número de nós, que futuramente produziram mais estruturas reprodutivas (racemos, flores, vagens e grãos). Já quando as aplicações ocorrem na fase reprodutiva é mais provável que atuem sobre o carregamento de substâncias para os grãos, aumentando teores de proteína em detrimento dos teores de óleo, com baixo efeito na PROD da cultura (ALBRECHT et al., 2012).

Resultados de acordo com o estudo, que usos de fitormônios no estádio reprodutivo (quando o número das estruturas vegetativas e reprodutivas já estão praticamente definidas) não alteraram a PROD em relação a testemunha. Pois apesar dos reguladores apresentarem pequenos efeitos sobre todas as componentes de rendimento estudados (de maneira específica, em cada experimento) as diferenças encontradas foram pequenas (principalmente entre produtos) e não conseguiram refletir em variações de PROD.

Uma das hipóteses do trabalho era que os fitormônios fossem capazes de alterar as características vegetativas das plantas desfolhadas, mitigando os efeitos da desfolha. A hipótese não foi confirmada, pois não ocorreu interações significativas entre as desfolhas e as aplicações dos produtos (D x P) e nenhum produto consegui mitigar os efeitos da desfolha, em nenhum experimento para a variável produtividade. Talvez a hipótese foi frustrada pelo grande desequilíbrio hormonal causado após a desfolha e rápida capacidade da planta “perceber” a desfolha, produzir hormônios (auxina e etileno) e desencadear processos fisiológicos de recuperação. Assim, a manipulação hormonal após a desfolha seria possível, talvez, se houvessem aplicações sequenciais de produtos/doses, com vista a alongar o ciclo da cultura,

possibilitando a recuperação de todos os componentes do rendimento afetados pela desfolha. Diferença no ciclo, altura e ramificação das plantas foi obtida em soja pela aplicação de etefon (CAMPOS, ONO; RODRIGUES, 2010)

Buzzello (2009) também obteve resultados positivos com aplicações mais precoces (V7) de MEPIQ e GIC, resultando em PROD acima das obtidas pela testemunha. Bertolin (2010) trabalhando com GIC, nos estádios V5, R1 e R5 perceberam aumentos de até 40% de PROD com estas aplicações, sendo os únicos autores que encontraram elevados ganhos de PROD, nas aplicações sobre plantas no estágio reprodutivo.

Tabela 18 - Produtividade de sementes ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) de soja na NS\_5000\_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brunópolis, SC, safra 2015/2016.

| Tratamento | Estádios |                         |
|------------|----------|-------------------------|
|            | R1 + R3  | ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) |
| Testemunha |          | 2566                    |
| AS ¥       | B        | 2432                    |
| AIB        | B        | 2446                    |
| ETEFON     | B        | 2397                    |
| MEPIQ      | A        | 2691                    |
| AVG        | B        | 2371                    |
| GIC        | B        | 2455                    |

¥; AS: Ácido Acetyl Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada à testemunha (Dunnett;  $P>0,05$ ).  
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### **3.4.8 Germinação de sementes**

Na cv NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, quando a desfolha ocorreu no estádio R1, não houve diferença de germinação entre as sementes oriundas de plantas testemunha D0% e desfolhadas D50% ou D100%. Já quando a desfolha ocorreu no estádio R3, as desfolhas D50% e D100% reduziram a germinação em 11,9 e 13,9% respectivamente em comparação as plantas não desfolhadas (D0%) (Tabela 19).

A cv. M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, também apresentou o mesmo comportamento que a cultivar cv NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016: desfolhas ocorridas em R1 não influenciaram na G%. Já no estádio R3, ocorreu um comportamento inverso e as desfolhas provocaram um aumento na germinação das sementes de soja de 5,9 e 8,9% nos tratamentos com D50% e D100%, respectivamente, em relação a D0% (Tabela 19).

No estádio R1 a planta de soja está formando flores e tem tempo para produzir fotossintatos e produzir sementes aptos a germinação (produzirá menor número de sementes mas sem redução de germinação). Já quando as desfolhas ocorreram no estádio R3, quando as plantas estão formando vagens, na cultivar NS\_5000\_IPRO desfolhas de D50% e D100% levaram a percentagens de sementes germinadas menores que 80%, que é a germinação mínima permitida para realizar a comercialização de sementes de soja no Brasil (BRASIL, 2013). Na cultivar M\_5917\_IPRO no mesmo estádio R3, a germinação das sementes teve comportamento oposto e os maiores níveis de desfolha levaram aos maiores índices de germinação, contudo as plantas não desfolhadas produziram sementes dentro dos padrões exigidos para a comercialização de sementes (>80%).

O comportamento oposto pode ser explicado pelas duas cultivares terem ciclos de desenvolvimento muito diferentes, a cultivar NS\_5000\_IPRO, uma cv. Precoce, com um ciclo total de 128 dias, e 70 dias entre a desfolha no estádio R3 e a colheita (Tabela 3), após a desfolha sofreu um impacto na produção de fotoassimilados e além da redução da PROD não os direcionou para a formação das sementes de maneira adequada para proporcionar a máxima germinação. Já a cv. M\_5917\_IPRO possui cílico maior, de 160 dias entre a semeadura e a colheita e 77 dias entre a desfolha de R3 e a colheita (Tabela 3). Apesar de sofrer redução na produção de fotoassimilados, possui mais reservas e estruturas formadas (folhas, ramos, vagens) e teve um maior tempo de recuperação (mais 7 dias que a cv NS\_5000\_IPRO) e direcionou esses fotoassimilados produzidos para garantir a germinação das sementes produzidas (em menor número) mesmo não recuperando a PROD.

Monteiro et al. (2017) também não observou influência de níveis de desfolhas de plantas de soja, nos estádios V5 e R2, em experimento conduzido em casa de vegetação, sobre a germinação de sementes produzidas. Mas Michelotto et al. (2012), estudando desfolhas em algodoeiro causadas por curuquerê-do-algodoeiro, concluiu que as desfolhas reduzem a germinação das sementes de algodão, sendo que o estádio da ocorrência é mais prejudicial que a intensidade de ocorrência, pois mesmo em baixas intensidades quando a desfolha ocorreu aos 60 DAE (provavelmente um estádio critico na formação das sementes de algodão) resultou na redução de germinação de sementes.

Tabela 19 - Germinação de sementes (G%) de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Desfolha                               | Estádio |    |   |    |    |   |
|--|---------|----|---|----|----|---|
|  |         | R1 |   | R3 |    |   |
| Cultivar NS_5000_IPRO, safra 2015/2016 |         |    |   |    |    |   |
| 0%                                     | A       | 88 | a | A  | 88 | a |
| 50%                                    | A       | 85 | a | B  | 78 | b |
| 100%                                   | A       | 89 | a | B  | 76 | b |
| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/2017  |         |    |   |    |    |   |
| 0%                                     | A       | 89 | a | B  | 85 | b |
| 50%                                    | A       | 92 | a | A  | 90 | a |
| 100%                                   | A       | 90 | a | A  | 92 | a |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, no estágio R1 a aplicação de AS reduziu a G% em relação a testemunha em 8,5%. As aplicações AS, AVG e GIC, reduziram a G% em relação as plantas que foi aplicado ETEFON (Tabela 20). Resultados que indicam efeitos da produção de etileno nas plantas: quando estimulada pelo ETEFON, ainda em R1, teve seus níveis celulares aumentados em células mais jovens, que são pouco afetadas pelo etileno (KERBAURY, 2004). Posteriormente as quantidades foram reduzidas a níveis ótimos de etileno que levaram a produção de sementes com maior germinação, em comparação com produtos que inibem a produção de etileno (AVG e AS). Sugerindo que o etileno atuou como sinalizador fraco de “final de ciclo” para a planta, que priorizou fotoassimilados (ou outros componentes como enzimas) para formação de sementes de maior qualidade, assim mesmo não havendo ganho de PROD, as sementes formadas apresentaram maior G%.

Já nas aplicações em R3 a aplicação de ETEFON reduziu a G% 11,8% em relação a Testemunha, além de reduzir a G% em comparação a todos os outros produtos (Tabela 20).

Uma hipótese é que nesse estádio posterior, R3, o etileno também funcionou como um mensageiro de final de ciclo, mas devido a proximidade do final do ciclo (maturidade fisiológica), a planta manteve por um maior tempo níveis elevados de etileno endógeno, durante o início da formação das sementes, o que gerou má formação da semente, resultando em menor G%.

Na literatura existem poucos trabalhos que estudaram a germinação das sementes após aplicações foliares de fitormônios. Albrecht et al. (2010) concluiu que aplicações de GIC em V5 foram capazes de aumentar a germinação das sementes produzidas, reforçando sua tese, que plantas mais equilibradas hormonalmente tem maior PROD e sementes de maior G%. Porém os próprios autores relatam que quando as aplicações ocorreram em R3 causaram a redução de germinação e vigor de sementes. Levando a concluir que existem riscos de aplicações de fitormônio durante o início da formação das sementes comprometer a germinação.

Tabela 20 - Germinação de sementes (G%) de soja, na cultivar NS\_5000\_IPRO, em dois estádios fenológicos, sob aplicação de sete produtos fitormônios. Brumópolis, SC, safra 2015/2016.

| Tratamentos | G%       |    |    |    |    |    |   |
|-------------|----------|----|----|----|----|----|---|
|             | Estádios |    |    |    |    |    |   |
|             | R1       |    | R3 |    |    |    |   |
| Testemunha  |          | 91 | a  |    | 83 | b  |   |
| AS          | C        | 83 | a  | ** | A  | 81 | a |
| AIB         | ABC      | 88 | a  |    | A  | 80 | b |
| ETEFON      | A        | 93 | a  |    | B  | 73 | b |
| MEPIQ       | ABC      | 87 | a  |    | A  | 82 | a |
| AVG         | BC       | 86 | a  |    | A  | 81 | a |
| GIC         | BC       | 85 | a  |    | A  | 83 | a |

¥; AS: Ácido Acetil Salicílico; AIB: Ácido indolbutírico; ETEFON: precursor de etileno; MEPIQ: Cloreto de Mepiquate; AVG: Cloridrato de Aviglicina; GIC: mistura comercial de Ácido Giberélico + Ácido 4-indol-3-Butírico + Cinetina.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

\* ( $p<0,05$ ) ou \*\* ( $p<0,01$ ), diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett). ns ( $p>0,05$ ), diferença não significativa.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.4.9 Correlação

Os dados foram analisados através de correlações lineares entre as variáveis, em cada nível de desfolha, destacando as correlações que tiveram diferenças e oposição dependente das intensidades de desfolha ocorridas. Porém, para todas as desfolhas, nos três experimentos: NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016; e M\_5917\_IPRO safra 2015/2016 e 2016/2017, a NSV e NSP tiveram correlação positiva com a PROD. NSV x NSP também tiveram correlação positiva em todas as intensidades de desfolhas. Analisando as regressões lineares formadas entre os componentes do rendimento e a produtividade (Tabela 24), cada aumento de 01 NSV há um acréscimo de PROD que variou de 304 à 887 Kg.ha<sup>-1</sup>. Para cada NSP a mais, ha um acréscimo de PROD, que variou de 15,6 à 41,4 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Autores como: Peixoto et al. (1997), Perini et al. (2012), Souza et al. (2013) já afirmaram que o número de sementes por planta (NSP) está diretamente correlacionado com a máxima produtividade em soja, sendo em muitos trabalhos o componente do rendimento mais importante na determinação da PROD.

Unicamente na NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, a MMS x PROD tiveram correlação positiva para todas as intensidades desfolhas. A empresa obtentora da cultivar já destaca em seu material de divulgação que a cultivar tem um alto MMS (NIDERA, 2016). Sendo uma característica da cultivar priorizar MMS para atingir altas PROD, mesmo em situações de estresse como a desfolha. Quantificando essa regressões lineares, na D0% para cada grama de incremento de MMS há um aumento de produtividade de 15,9 Kg.ha<sup>-1</sup>. Já na desfolhas de D100% essa aumento de produtividade chegou a 31,1 Kg.ha<sup>-1</sup>, ou seja, o componente do rendimento MMS passou a ter correlação mais acentuada na PROD após a desfolha (exclusivo desta cultivar).

Nessa cultivar, as D100% geraram equações lineares entre G% x PROD, em que incremento de 100 Kg.ha<sup>-1</sup> de PROD aumentou 0,991 ponto percentual de G% (Tabela 24). Quanto mais a planta conseguiu se recuperar da desfolha e ter maiores PROD, as sementes formadas tiveram maior G%.

NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, somente nas desfolhas de D100%, a ALT teve correlação negativa com a PROD (ALT x PROD), (uma tendência que será mostrada nos experimentos conduzidos em casa de vegetação [capítulo 4]. Quantificando essas regressões de maneira mais simples, para cada centímetro de redução de altura há um acréscimo de produtividade de 31,1 Kg.ha<sup>-1</sup>. A planta deve buscar equilíbrio fonte x dreno após sofrer a desfolha e assim mitigar seu efeito); NVP x PROD, e PROD x G% tiveram correlação positiva.

Nessa cultivar quando ocorreram desfolhas D100%, a estratégia diferencial usada pelas plantas que atingiram as maiores PROD, foi reduzir a ALT e aumentar a importância da MMS e NVP. Quando as plantas conseguiram maiores PROD, as sementes produzidas atingiram maior G%. Com a ocorrência de desfolhada as plantas buscaram direcionar fotossintatos para as estruturas reprodutivas em detrimento da altura das plantas. Souza et al. (2013) também haviam observado correlação negativa entre ALT x PROD, em seu trabalho com redutores de crescimento, os autores descrevem que esse efeito ocorre pela planta durante o particionamento de carboidratos produzidos pela fotossíntese priorizar a produção de sementes em detrimento de altura de plantas.

De maneira oposta M\_5917\_IPRO, nas duas safras, quando as plantas foram desfolhas D100%, houve uma correlação positiva entre PROD x ALT e ALT x NSP. As plantas D100% que conseguiram manter seu crescimento em ALT, após a desfolha, tiveram maior produção de NSP, resultando em maiores PROD. Lembrando que as plantas desfolhadas D100%, na média foram mais baixas e menos produtivas que as D0%.

Na cv. M\_5917\_IPRO, o impacto desse aumento de ALT foi menor na recuperação da PROD do que a redução da ALT na cv. NS\_5000\_IPRO (na mesma desfolha D100%, para cada centímetro de acréscimo de altura há um aumento de produtividade de 27,6 (safra 2015/2016) 21,5 (safra 2016/2017) Kg.ha<sup>-1</sup>. A planta buscou outras estratégias de recuperação da desfolha (como aumentar o NSV e NSP), mantendo o crescimento em ALT. Quando as plantas estavam com D0%, para cada aumento de 1 semente por vagem (NSV) havia um aumento de produtividade de 304,4 ) Kg.ha<sup>-1</sup> (safra 2015/16). Já na D100% esse valor chegou a 732,6 Kg.ha<sup>-1</sup>. De forma semelhante para NSP: quando plantas estavam com D0%, para cada 1 semente por planta (NSP) ocorreu um aumento de produtividade de 26,7/23,4 (safra 2015/2016 / safra 2016/2017), já na D100% esse valor chegou a 39,5/33,1 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Pode-se afirmar que com restrição de fonte no início da fase reprodutiva (R1/R3), as parcelas que atingiram as maiores PROD buscaram um novo equilíbrio produtivo, mantendo a produtividade dependente dos mesmos componentes do rendimento de antes da desfolha, mas com participações diferentes na composição da PROD (alteração de qual é o componente do rendimento mais importante). Mesmo as plantas desfolhadas reduzindo a produção de todos os componentes do rendimento.

Na cv. NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 com D100%: ALT x MMS e ALT x DMS, tiveram correlação negativa. Assim as plantas com D100% que sofreram redução de altura, foram as que produziram sementes mais pesadas e maiores. No entanto, quando as plantas permaneceram sem desfolha, D0%, tanto na cultivar NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, como

na M\_5917\_IPRO safra 2016/2017, a maior altura de plantas levou a maior produção de sementes por planta (correlação positiva ALT x NSP).

NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, somente quando D100%, NVP x MMS e NSP x MMS tiveram correlação positiva, os maiores NVP e NSP tiveram maiores MMS. O sucesso da produção de grãos, obtidos através de incrementos de rendimentos, depende de um equilíbrio na relação fonte-dreno. Só assim a produção de fotoassimilados será efetivamente convertida em produtos de interesse econômico (FAGERIA; BALIGAR; CLARK, 2006). Na situação de desfolha, plantas mais eficientes em superar os efeitos das desfolhas, canalizaram recursos para as vagens produzidas (reduziram ALT), ou seja, mantiveram alto NVP e NSP. Assim mantiveram alta força de dreno e posteriormente as maiores MMS (dreno forte se manteve ativo por mais tempo).

Isso também ocorreu na M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016 e safra 2016/2017, nas plantas desfolhadas D100% como o NVP x PROD e NSV x PROD passaram a ter alta correlação positiva: as plantas com mais NVP e NSV foram mais produtivas (>PROD). Plantas sempre que mantiveram grandes quantidades de drenos reprodutivos, mesmo após a desfolha, foram mais produtivas (maiores PROD).

NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016 plantas com mais NVP, NSP e MMS foram mais PROD; mesmo com deficiências de fonte pela desfolha; as plantas com mais drenos (mais NVP, NSV) atingiram as maiores PROD, por terem um novo equilíbrio da relação fonte x dreno. Isso também foi observado na correlação positiva NVP x DMS e NVP x G%: plantas com D100% que tiveram os maiores drenos (NVP, NSV, MMS) também produziram sementes maiores e com maiores germinações. Além de o NVP x NSP terem correlação positiva, as plantas com restrição de fonte que conseguiram ter mais NVP também conseguiram produzir mais NSP (não desperdiçaram energia produzindo NVP sem que essas vagens agregassem a produtividade).

Na M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016 nas plantas D0% e D50%; e M\_5917\_IPRO safra 2016/2017 independente da desfolha, NVP x NSV tem alta correlação negativa, ou seja, a planta compensa os componentes do rendimento, priorizando um ou outro, de acordo com condições externas, mantendo uma alta produtividade final de sementes (plasticidade da cultura). Já nas desfolhas de D100%, o mecanismo compensatório/equilíbrio usado envolve NVP x DMS e NSP x DMS de forma negativa, e não mais NVP x NSV. Na M\_5917\_IPRO para a planta manter um dreno forte (NSV e NSP) ela prioriza esses componentes do rendimento em detrimento de outros (NVP e MMS).

M\_5917\_IPRO, safra 2016/17, quando as plantas foram desfolhadas D50% e D100%, houve alta correlação negativa entre MMS x NVP, as plantas buscaram priorizar NVP reduzindo

a MMS, e vice-versa. A redução da fonte, devido as desfolhas, fez as plantas priorizarem um ou outro componente do rendimento em busca da mitigar o efeito da desfolha. Mas essa priorização não resultou em alteração na correlação entre componente de rendimento (MMS ou NVP) com PROD, devido a todos: PROD, NVP e MMS terem reduções significativas como efeito das desfolhas. Já na cv. M\_5917\_IPRO na safra 2015/2016, quando ocorreu a desfolha D50% e D100%, as correlações NVP x MMS e NSV x MMS deixam de existir. Havendo redução de fonte as plantas deixaram de priorizar um dos componentes do rendimento, NVP ou MMS, em detrimento do outro.

M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016, somente nas plantas intactas D0%, MMS x NVP e na safra 2016/2017, NSV x DMS tiveram uma correlação negativa. A cv. M\_5917\_IPRO priorizou um desses componentes dos rendimentos, em detrimento de outro, somente quando não foi desfolhada. Quando ocorreu a desfolha e todos os componentes tiveram reduções acentuadas, não havendo priorização de um em detrimento de outro. A correlação positiva MMS x NSV (M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016), sinalizou que com o aumento com o NSV, a semente também recebeu aporte de fotoassimilados suficiente para atingir altos MMS.

NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, somente quando ocorreram D0% e D50% NVP x NSV tiveram correlação negativa: plantas que produziram mais NVP tiveram menos NSV. Voltando a questão do equilíbrio da relação fonte x dreno (FAGERIA; BALIGAR; CLARK, 2006), agora através do excesso de fonte: as plantas com excesso de fonte, principalmente na D0%, produzirem muitas NVP, porém vagens com poucas sementes, e esse alto número de vagem não contribuiu para o incremento de PROD (em D0% PROD e NVP variaram de maneira independente).

As plantas com alta restrição de fonte até o estádio fenológico R3, que atingem as maiores produtividades são as plantas mais eficientes, por manter um equilíbrio dos componentes de rendimento: equilíbrio de fonte x dreno. Não desperdiçando energia nos componentes do rendimento produzidos, as plantas produzem maior NSV, mais sementes por plantas, sementes mais pesadas, sementes de maior diâmetro, mesmo que esses componentes tenham sofrido reduções causadas pelas desfolhas.

NS\_5000\_IPRO, safra 2015/2016, plantas com desfolhas D100% tiveram correlação positiva entre MMS x NSP, DMS x NSP, DMS x MMS, MMS x G%, DMS x G% e entre G% x NSP, e com D50% MMS x G%. As plantas que mais produziram NSP também produziram sementes de maior MMS, maior DMS e maior G%. Essas sementes quando produzidas em maiores quantidades mantiveram a mesma germinação (exceção das desfolhas em R3, Tabela 18). Plantas com maiores DMS tiveram maior MMS (semente maior e mais densa/maior peso

específico) atingiram as maiores germinações. Padua et al. (2010) e Pereira; Pereira; Dias, (2013), concluíram que sementes maiores e mais pesadas apresentam os maiores G%; esse fato foi confirmado nesse estudo somente quando as plantas sofreram desfolha. É importante lembrar que as sementes dessa cultivar, oriundas de plantas não desfolhadas (D0%), tiveram as maiores MMS, DMS e G% comparada com as plantas desfolhadas. Provavelmente a partir de um determinado tamanho e massa, a G% não se correlaciona com esses parâmetros da semente (NSP, MMS e DMS), visto que nas D0%, que as sementes tiveram os maiores MMS e DMS, não houve correlação entre MMS e DMS x G%.

Na cultivar M\_5917\_IPRO, safra 2016/2017, quando ocorreram desfolhas as variáveis G%, MMS, DMS, NSP foram independentes. Somente nas plantas D0% houve correlação negativa entre NSV x DMS, NSP x DMS e G% x DMS, ou seja, plantas com mais NSP, NSV e G% tiveram produção de sementes com menores diâmetros (quando as plantas têm fonte em abundância elas incrementam o NSV, NSP e G% em detrimento do DMS; grãos crescem em peso mas mantém/reduz volume, chega a volume ótimo). Obviamente NSV x G% e NSP x G% tiveram correlação positiva, planta com alta disponibilidade de fonte produzem grande número de sementes e sementes com alta germinação. Quando há restrição de fonte as variáveis são independentes, e plantas com alto NSV podem ter G% altos ou baixos.

Tabela 21 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de sementes e germinação de sementes, cultivar NS\_5000\_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016.

| Correlação | D0%     |                   |         | D50%              |         |                   | D100% |  |
|------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|-------|--|
|            |         | Coef.<br>Corr (r) | Signi   | Coef.<br>Corr (r) | Signi   | Coef.<br>Corr (r) | Signi |  |
| PROD x ALT | 0,2560  | ns                | -0,0183 | ns                | -0,2964 | *                 |       |  |
| PROD x MMS | 0,2940  | *                 | 0,3078  | *                 | 0,8440  | **                |       |  |
| PROD x NVP | -0,1824 | ns                | -0,0491 | ns                | 0,7272  | **                |       |  |
| PROD x NSV | 0,6085  | **                | 0,3714  | **                | 0,2750  | *                 |       |  |
| PROD x DMS | 0,2736  | **                | 0,2191  | ns                | 0,7880  | **                |       |  |
| PROD x G%  | 0,1719  | ns                | 0,1971  | ns                | 0,5649  | **                |       |  |
| PROD x NSP | 0,8735  | **                | 0,4468  | **                | 0,8993  | **                |       |  |
| ALT x MMS  | 0,0592  | ns                | -0,2220 | ns                | -0,4147 | **                |       |  |
| ALT x NVP  | 0,0304  | ns                | -0,2759 | *                 | -0,2319 | ns                |       |  |
| ALT x NSV  | 0,1152  | ns                | 0,3178  | *                 | -0,1037 | ns                |       |  |
| ALT x DMS  | 0,0407  | ns                | 0,2892  | *                 | -0,4227 | **                |       |  |
| ALT x G%   | 0,0125  | ns                | -0,2610 | *                 | -0,1315 | ns                |       |  |
| ALT x NSP  | 0,2800  | *                 | -0,0045 | ns                | -0,2536 | ns                |       |  |
| MMS x NVP  | 0,0665  | ns                | 0,0595  | ns                | 0,7972  | **                |       |  |
| MMS x NSV  | -0,0679 | ns                | -0,1564 | ns                | -0,0251 | ns                |       |  |
| MMS x DMS  | 0,4122  | **                | 0,2563  | ns                | 0,8849  | **                |       |  |
| MMS x G%   | 0,1393  | ns                | 0,2753  | *                 | 0,6751  | **                |       |  |
| MMS x NSP  | 0,0841  | ns                | -0,1702 | ns                | 0,7721  | **                |       |  |
| NVP x NSV  | 0,8426  | **                | -0,6823 | **                | -0,3135 | *                 |       |  |
| NVP x DMS  | 0,1922  | ns                | -0,1335 | ns                | 0,7142  | **                |       |  |
| NVP x G%   | 0,1273  | ns                | 0,0769  | ns                | 0,5882  | **                |       |  |
| NVP x NSP  | 0,1398  | ns                | 0,2647  | *                 | 0,7315  | **                |       |  |
| NSV x DMS  | 0,0828  | ns                | 0,1334  | ns                | 0,1354  | ns                |       |  |
| NSV x G%   | 0,0292  | ns                | -0,0241 | ns                | -0,0081 | ns                |       |  |
| NSV x NSP  | 0,6209  | **                | 0,4849  | **                | 0,3768  | **                |       |  |
| DMS x G%   | 0,0282  | ns                | 0,0480  | ns                | 0,6705  | **                |       |  |
| DMS x NSP  | 0,0560  | ns                | -0,0193 | ns                | 0,7431  | **                |       |  |
| G% x NSP   | 0,0983  | ns                | 0,0743  | ns                | 0,5712  | **                |       |  |

Coef. Corr (r): Coeficiente de Correlação Linear; Signi.: Significância. ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G%: percentual de germinação; NSP: número de sementes por planta.

\* ( $p<0,05$ ) ou \*\* ( $p<0,01$ ) significativos pelo teste t a 5% ou 1% de probabilidade de erro.

ns = não significativo ( $p>0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 22 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de sementes e germinação de sementes, cv. M\_5917\_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016.

| Correlação | D0%   |          | D50%    |          | D100%   |          |            |
|------------|-------|----------|---------|----------|---------|----------|------------|
|            | Coef. |          | Coef.   |          | Coef.   |          |            |
|            |       | Corr (r) | Signi   | Corr (r) | Signi   | Corr (r) | Signi      |
| PROD       | x     | ALT      | -0,1573 | ns       | 0,1412  | ns       | 0,2734 *   |
| PROD       | x     | MMS      | 0,0224  | ns       | 0,0299  | ns       | 0,1848 ns  |
| PROD       | x     | NVP      | -0,0915 | ns       | -0,1514 | ns       | 0,5174 **  |
| PROD       | x     | NSV      | 0,5019  | **       | 0,5199  | **       | 0,5784 **  |
| PROD       | x     | DMS      | -0,0617 | ns       | 0,1193  | ns       | -0,3439 ** |
| PROD       | x     | NSP      | 0,6904  | **       | 0,7587  | **       | 0,9144 **  |
| ALT        | x     | MMS      | 0,1590  | ns       | 0,0265  | ns       | 0,1672 ns  |
| ALT        | x     | NVP      | 0,1746  | ns       | 0,4675  | **       | 0,0698 ns  |
| ALT        | x     | NSV      | -0,1827 | ns       | -0,4018 | **       | 0,1617 ns  |
| ALT        | x     | DMS      | 0,2041  | ns       | 0,1325  | ns       | 0,0338 ns  |
| ALT        | x     | NSP      | -0,0278 | ns       | 0,0806  | ns       | 0,2558 ns  |
| MMS        | x     | NVP      | -0,4537 | **       | -0,0987 | ns       | 0,0532 ns  |
| MMS        | x     | NSV      | 0,2832  | ns       | -0,1191 | ns       | 0,0223 ns  |
| MMS        | x     | DMS      | 0,5491  | **       | 0,2900  | *        | 0,0014 ns  |
| MMS        | x     | NSP      | -0,2195 | ns       | -0,3248 | *        | -0,0050 ns |
| NVP        | x     | NSV      | -0,8188 | ns       | -0,7703 | **       | -0,2502 ns |
| NVP        | x     | DMS      | -0,2100 | ns       | 0,0967  | ns       | -0,3590 ** |
| NVP        | x     | NSP      | -0,0504 | ns       | 0,0481  | ns       | 0,5479 **  |
| NSV        | x     | DMS      | 0,1060  | ns       | -0,0241 | ns       | -0,0807 ns |
| NSV        | x     | NSP      | 0,5434  | **       | 0,5272  | **       | 0,6304 **  |
| DMS        | x     | NSP      | -0,1645 | *        | 0,0289  | ns       | -0,3482 ** |

Coef. Corr (r): Coeficiente de Correlação Linear; Signi.: Significância. ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G%: percentual de germinação; NSP: número de sementes por planta.

\* (p<0,05) ou \*\* (p<0,01) significativos pelo teste t a 5% ou 1% de probabilidade de erro.

ns = não significativo (p>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 23 - Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis morfométricas e componentes de rendimento, rendimento de sementes e germinação de sementes, cv. M\_5917\_IPRO, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2016/2017.

| Correlação | D0% |                   |         | D50% |                   |       | D100% |                   |       |
|------------|-----|-------------------|---------|------|-------------------|-------|-------|-------------------|-------|
|            |     | Coef.<br>Corr (r) | Signi   |      | Coef.<br>Corr (r) | Signi |       | Coef.<br>Corr (r) | Signi |
| PROD       | x   | ALT               | -0,1947 | ns   | 0,0596            | ns    |       | 0,3660            | **    |
| PROD       | x   | MMS               | -0,1913 | ns   | -0,1156           | ns    |       | -0,0843           | ns    |
| PROD       | x   | NVP               | -0,1505 | ns   | 0,0552            | ns    |       | -0,2069           | ns    |
| PROD       | x   | NSV               | -0,6221 | **   | 0,4907            | **    |       | 0,6073            | **    |
| PROD       | x   | DMS               | 0,3654  | **   | -0,1053           | ns    |       | 0,1430            | ns    |
| PROD       | x   | G%                | 0,1457  | ns   | -0,1751           | ns    |       | 0,0275            | ns    |
| PROD       | x   | NSP               | 0,7578  | **   | 0,8557            | **    |       | 0,9754            | **    |
| ALT        | x   | MMS               | 0,2715  | *    | 0,1249            | ns    |       | -0,1606           | ns    |
| ALT        | x   | NVP               | 0,0082  | ns   | -0,0906           | ns    |       | 0,0637            | ns    |
| ALT        | x   | NSV               | -0,2206 | ns   | 0,1406            | ns    |       | 0,1397            | ns    |
| ALT        | x   | DMS               | 0,4419  | **   | 0,0676            | ns    |       | -0,1520           | ns    |
| ALT        | x   | G%                | -0,0603 | ns   | -0,1201           | ns    |       | 0,0980            | ns    |
| ALT        | x   | NSP               | -0,2879 | *    | 0,0757            | ns    |       | 0,3875            | **    |
| MMS        | x   | NVP               | -0,0460 | ns   | -0,3542           | **    |       | 0,2988            | *     |
| MMS        | x   | NSV               | -0,1147 | ns   | 0,1733            | ns    |       | -0,4354           | **    |
| MMS        | x   | DMS               | 0,4347  | **   | 0,8249            | **    |       | 0,2993            | *     |
| MMS        | x   | G%                | -0,2179 | ns   | -0,1153           | ns    |       | -0,1903           | ns    |
| MMS        | x   | NSP               | -0,2405 | ns   | -0,1812           | ns    |       | -0,2998           | *     |
| NVP        | x   | NSV               | -0,6953 | **   | -0,6940           | **    |       | -0,8268           | **    |
| NVP        | x   | DMS               | 0,0252  | ns   | -0,3390           | **    |       | -0,2589           | ns    |
| NVP        | x   | G%                | -0,1045 | ns   | 0,0394            | ns    |       | -0,1962           | ns    |
| NVP        | x   | NSP               | -0,0180 | ns   | 0,1739            | ns    |       | -0,2629           | *     |
| NSV        | x   | DMS               | -0,2805 | *    | 0,1561            | ns    |       | 0,1554            | ns    |
| NSV        | x   | G%                | 0,2641  | *    | -0,0995           | ns    |       | 0,1763            | ns    |
| NSV        | x   | NSP               | 0,7022  | **   | 0,5135            | **    |       | 0,6778            | **    |
| DMS        | x   | G%                | -0,4051 | **   | -0,0531           | ns    |       | -0,0278           | ns    |
| DMS        | x   | NSP               | -0,3813 | **   | -0,1507           | ns    |       | 0,0708            | ns    |
| G%         | x   | NSP               | 0,2812  | *    | -0,1898           | ns    |       | 0,0696            | ns    |

Coef. Corr (r): Coeficiente de Correlação Linear; Signi.: Significância. ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G%: percentual de germinação; NSP: número de sementes por planta.

\* ( $p<0,05$ ) ou \*\* ( $p<0,01$ ) significativos pelo teste t a 5% ou 1% de probabilidade de erro.

ns = não significativo ( $p>0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 24 - Regressão linear ( $y = A.x+B$ ) entre variáveis morfométricas e produtividade de sementes, de duas cultivares de soja, sob três níveis de desfolha. Brunópolis, SC, safras 2015/2016 e 2016/2017.

| Y    | X    | Desfolha | A        | B                       | R      |
|------|------|----------|----------|-------------------------|--------|
|      |      |          |          | NS_5000_IPRO, 2015/2016 |        |
| PROD | MMS  | D0%      | 1,597    | 32,370                  | 0,294  |
| PROD | NSV  | D0%      | 65,260   | 209,050                 | 0,609  |
| PROD | DMS  | D0%      | 129,950  | -507,900                | 0,274  |
| PROD | NSP  | D0%      | 4,144    | 13,330                  | 0,874  |
| PROD | MMS  | D50%     | 1,608    | -2,973                  | 0,308  |
| PROD | NSV  | D50%     | 37,540   | 218,360                 | 0,371  |
| PROD | NSP  | D50%     | 1,557    | 176,060                 | 0,447  |
| PROD | ALT  | D100%    | -3,110   | 292,720                 | -0,296 |
| PROD | MMS  | D100%    | 3,010    | -377,600                | 0,844  |
| PROD | NVP  | D100%    | 3,590    | 26,600                  | 0,727  |
| PROD | NSV  | D100%    | 52,250   | 74,810                  | 0,297  |
| PROD | DMS  | D100%    | 234,630  | 1307,100                | 0,788  |
| PROD | G%   | D100%    | 3,220    | -127,060                | 0,565  |
| G%   | PROD | D100%    | 0,099    | 68,671                  | 0,565  |
| PROD | NSP  | D100%    | 3,610    | 6,650                   | 0,899  |
|      |      |          |          | M_5917_IPRO, 2015/2016  |        |
| PROD | NSV  | D0%      | 30,441   | 243,200                 | 0,502  |
| PROD | NSP  | D0%      | 2,674    | 136,180                 | 0,690  |
| PROD | NSV  | D50%     | 39,544   | 234,060                 | 0,520  |
| PROD | NSP  | D50%     | 2,835    | 120,230                 | 0,759  |
| PROD | ALT  | D100%    | 2,767    | -15,661                 | 0,273  |
| PROD | NVP  | D100%    | 4,049    | 55,288                  | 0,517  |
| PROD | NSV  | D100%    | 73,260   | 56,460                  | 0,578  |
| PROD | DMS  | D100%    | -191,280 | 1319,400                | -0,344 |
| PROD | NSP  | D100%    | 3,959    | 15,090                  | 0,919  |
|      |      |          |          | NS_5917_IPRO, 2016/2017 |        |
| PROD | NSV  | D0%      | 88,659   | 267,090                 | 0,622  |
| PROD | DMS  | D0%      | -221,360 | 1840,600                | -0,365 |
| PROD | NSP  | D0%      | 2,346    | 161,620                 | 0,758  |
| PROD | NSV  | D50%     | 70,564   | 2,589                   | 0,491  |
| PROD | NSP  | D50%     | 2,768    | 95,482                  | 0,856  |
| PROD | ALT  | D100%    | 2,151    | 43,007                  | 0,366  |
| PROD | NSV  | D100%    | 53,306   | 151,100                 | 0,607  |
| PROD | NSP  | D100%    | 3,317    | 11,058                  | 0,975  |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.5 CONCLUSÕES

As desfolhas de D100% reduzem ALT, NVP, NSP, NSV, MMS, DMS, PROD e G%. Já desfolha D50% reduziram em todos os experimentos ALT e MMS, nos outros componentes do rendimento e a PROD ocorreu recuperação na cv. M\_5917\_IPRO, safra 2015/2016 estádio R1 e R3 e 2016/17 no estádio R3.

No geral as desfolhas de D50% reduzem a PROD em 7,2 % e D100% reduzem a PROD em 48,9 %, em comparação com as plantas não desfolhadas.

Os componentes do rendimento NSP e NSV, em todos os experimentos, tiveram correlação linear positiva com a PROD independente da ocorrência ou não de desfolhas.

Desfolhas de altas intensidades, >D50% de desfolha nos estádios reprodutivos R1 ou R3 reduzem a PROD. As aplicações exógenas de fitormônios nas plantas desfolhadas, eventualmente tem pequeno efeito sobre os componentes do rendimento e a PROD, mas não são capazes de mitigar as reduções de PROD causadas pelas desfolhas.



## 4. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DE DESFOLHA SOBRE PLANTAS DE SOJA 4.1

### RESUMO

Objetivou-se quantificar o efeito de níveis desfolha em plantas de soja e propor estratégias de mitigar seus efeitos. Foram conduzidos dois experimentos de casa de vegetação em 2016 e 2017, em Lages-SC, utilizando as cultivares NS\_5000\_IPRO e M\_5917\_IPRO. Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso, com seis repetições. No experimento 1 foram testadas as duas cultivares, duas épocas de ocorrência de desfolha (R1 e R3) e cinco níveis de desfolha: 0 (D0%), 16,6 (D16%), 33,3 (D33%), 66,6 (D66%) e 100 % (D100%) de área foliar retirada. No experimento 2 os fatores de tratamento foram três níveis de desfolha: D0%, D66% e D100%, e 5 estratégias de mitigação dos efeitos da desfolha: desponte do 1 nó da planta a partir do ápice (1no), desponte do 3no, aplicação foliar de benziladenina (BNZ) e cloreto de mepiquate (MEPIQ), e testemunha (TST). Os dados foram submetidos à ANOVA, quando atingiram nível de significância de  $p<5\%$  para os dados quantitativos foi feita análise de regressão e nos qualitativos as médias foram comparadas com o teste de Tukey e Dunnett, a  $p<5\%$ . No 1º experimento a cultivar NS\_5000\_IPRO, foi mais resistente a desfolha por reduzir a ALT e MTP aumentando o IC, priorizou a produção de vagens e grãos, mantendo a PROD até desfolhas de D66%. A cv M\_5917\_IPRO é mais produtiva que a cv NS\_5000\_IPRO; entretanto, após a desfolha o crescimento vegetativo é mantido (ALT e MTP) e ha redução do NVP, NSP e PROD. A PROD não foi reduzida com desfolhas D66% e >D33%, no estádio R1 e R3, respectivamente. No 2º experimento na D0% a aplicação de MEPIQ aumentou a PROD em 11,9%. Nas D66% somente as plantas com retirada de 3nó mantiveram a PROD semelhante a TST. O desponte de 1nó ou 3nó, nas D66%, reduziu a altura das plantas; que foi estimulada a produzir mais ramos e vagens. Conclui-se que intensidades de desfolha >D66% são capazes de reduzir a PROD, intensidade menores procedidas de alteração dos componentes do rendimento não resultando em menores PROD (dependendo da cultivar a época de desfolha). O desponte do ápice caulinar reduz a altura de plantas em casa de vegetação, devendo ser mais estudado para melhorar a PROD da soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, Desfolha Artificial, Reguladores de crescimento, desponte do ápice caulinar.

## 4.2 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, na safra de 2016/2017 foram semeados mais de 33,88 milhões de hectares e mais de 113,92 milhões de toneladas foram produzidas (CONAB 2017). Ocupando a maior área de cultivo de grãos do país (58% da área cultivada na safra de verão), seu grão e derivados geram riquezas para o país: alimentação humana e animal, exportação para outros países e produção de biodiesel.

Os vegetais produzidos em ambientes com condições não controladas estão sujeitos a sofrerem vários tipos de estresses ambientais como excesso ou falta de precipitação, baixa insolação solar e chuva de granizo. O estresse nas plantas de soja causa efeitos negativos como redução de crescimento da planta, redução de área foliar, abortamento de flores e vagens e consequente redução da produtividade de grãos (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Níveis de injúria por desfolha são toleráveis pelas plantas, sem redução econômica da produção final. A resposta da planta à desfolha deve ser considerada de forma diferenciada, uma vez que as plantas passam por diferentes estágios fenológicos. No caso da soja, as plantas apresentam capacidade de recuperação à desfolha se redução de área foliar não for drástica e a planta for capaz de realizar fotossíntese suficiente para garantir a produção de energia, assim a produção final por área será a mesma (BUENO et al., 2010). Vários autores (DIOGO et al., 1997; PELUZIO et al., 2004; EMBRAPA, 2014; GLIER et al., 2015), estudando desfolha em vários estádios do desenvolvimento da soja, observaram que as desfolhas nos estádios reprodutivos da soja são as mais prejudiciais a produtividade de grãos da cultura.

O excesso de produção de folhas era uma estratégia das espécies selvagens de plantas de soja para a proteção/reprodução da espécie se houvesse herbívora das plantas nos estádios de enchimento de grãos; aumentar a competitividade com outras plantas/espécies e aumentar a área foliar das plantas de hábito trepador quando crescam torcendo-se no entorno de caules de outras espécies (SRINIVASAN; KUMAR, 2015 apud SRINIVASAN; KUMAR; LONG, 2017). As desfolhas de plantas de soja (cultivares modernas), especificamente de folhas não expandidas (com até 2 cm de diâmetro) proporcionam às plantas atingir um índice de área foliar (IAF) ótimo (4,2) para a PROD, que é inferior ao IAF das plantas não desfolhadas (IAF de 6,8). No IAF ótimo as plantas economizam energia que seria gasta: (i) na produção de folhas que permanecem sombreadas (não incrementam a produção fotossintética e aumentam a respiração da planta) e (ii) na produção de raízes para atender uma maior demanda evaporativa das plantas

(menor IAF leva ao menor gasto de água), direcionado fotoassimilados para incremento na produção de grãos (SRINIVASAN; KUMAR; LONG, 2017).

As desfolhas causadas por chuvas de granizo causam redução de produtividade de grãos das plantas cultivadas gerando perdas econômicas aos agricultores (CUNHA; SCHEEREN; SÓ e SILVA, 2001). Esses prejuízos são agravados após a ocorrência do evento climático, devido aos agricultores e profissionais da assistência não conhcerem medidas de manejo eficientes a serem tomadas após granizos, aplicando produtos caros (fitormônios, aminoácidos ou adubos foliares) e com eficiência duvidosa.

A auxina é um fitormônio vegetal. Suas principais funções são: desenvolvimento e crescimento celular (mudança de função das células e alongamento celular), provocar a dominância apical, promover o crescimento de raízes e também está envolvida nos processos de abscisão foliar. Outro fitormônio conhecido nas plantas é a citocinina, ela tem como principais funções a citocinese (divisão celular) provocando nas células aumento de RNAs e proteínas, está envolvida na germinação das sementes, na fotomorfogênese e na dominância apical (efeitos junto com a auxina) (TAIZ; ZAIGER, 2004).

A dominância apical ocorre em várias espécies em que a região axilar contém uma ou mais gemas com potencial suficiente de se desenvolverem em novos ramos. Apesar disso, a maioria delas permanece dormente por todo o ciclo de vida da planta. Com a remoção do ápice caulinar há indução da retomada de crescimento da gema lateral, fazendo dessa prática, (conhecida por despontamento ou decapitação) uma técnica comum entre os horticultores para obtenção de plantas ramificadas. A inibição do crescimento da gema axilar pela apical é conhecido como dominância apical ou paradormência (KERBAUY, 2008).

A quebra da dominância apical pode ser induzida pela aplicação direta de citocinina sobre a gema lateral ou, de modo contrário, pode ser revertida pelo tratamento com auxina no ápice decapitado (KERBAUY, 2008). A remoção do ápice caulinar de tomate reduz a altura de plantas, a redução da altura das plantas tem correlação linear negativa com o número de nós retirado: quanto mais nós (a partir do ápice) forem retirados da planta, menor será sua altura, de forma inconveniente a retirada de nós reduz linearmente a produção de cacho e produtividade da planta (MUELLER; WAMSER, 2009).

Na década de 1970 e 1980 trabalhos como de Rezende; Favoretto (1987), estudaram alturas de corte de soja com duplo propósitos: produção de feno para alimentação animal e posterior colheita de grãos, mostrado a grande capacidade das plantas de soja produzir grãos após os cortes. No entanto entre os anos 2000 a 2010, Tancredi (2003) e Tancredi et al. (2006) estudaram a quebra da dominância apical em soja produzida em casa de vegetação, como forma

de facilitar o seu tutoramento, além de aumentar a produtividade de grãos, obtendo sucesso em seus estudos.

Estudo isolado da aplicação exógena de citocinina concluiu que a aplicação de cinetina, em plantas de soja que estavam no estádio R3, aumentou a produtividade da soja por incrementar o número de vagens no terço inferior da planta, melhorando assim a distribuição de fotoassimilados na planta de soja (PASSOS et al., 2011). Já estudos com aplicações de cálcio e cinetina em soja, no estádio R1, não conseguiram melhorar/compensar a produtividade de plantas estressadas com déficit hídrico ou sombreamento (FIOREZE et al., 2013).

Objetivou-se nesse trabalho: 1) quantificar o impacto negativo de cinco níveis de desfolhas artificiais durante a fase reprodutiva de plantas de soja sobre a produtividade de grãos. 2) Avaliar a quebra de dominância apical de plantas de soja após a ocorrência de desfolhas, usando a quebra de dominância apical (mecânica ou química) como mecanismo de mitigação dos efeitos de desfolha.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois experimentos distintos, em casa de vegetação, ambos no Centro de Ciências Agroveterinárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC) em Lages/SC, 27°48`58``S e 50°19`34``O.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso de PVC, com 8L de capacidade, o qual foi preenchido com substrato composto de uma mistura de: três partes de um Nitossolo, para uma parte de areia. O solo foi corrigido e elevando o pH para 6,0 e feita adubação do solo nas unidades experimentais objetivando o potencial produtivo de seis mil quilos de grãos por hectare, 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). Após a emergência, quando as plantas apresentavam duas folhas expandidas, foi realizado o desbaste das plantas, mantendo apenas uma planta por vaso. Estes vasos de casa de vegetação foram dispostos em bancadas em ambiente com temperatura média em 25°C ( $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ).

O suprimento de água às plantas da casa de vegetação foi realizado de modo a manter a umidade do solo próxima a 80% (u.g.) através da adição do volume necessário de água uma vez ao dia até o estádio fenológico R7. Demais tratos culturais foram feitos seguindo as Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016 (EMBRAPA, 2014).

**EXPERIMENTO 01:** O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial com distribuição 2 x 2 x 5, com seis repetições. Como fontes de variação a combinação de três fatores, sendo eles:

- a) Duas **cultivares** comerciais de soja: M\_5917\_IPRO e NS\_5000\_IPRO;
- b) Dois **estádios** distintos da realização da desfolha, (i) início de floração (R1), (ii) início de formação de vagens (R3);
- c) Cinco **níveis de desfolha**: D0% (plantas intactas), D16% (corte com tesoura de metade de um folíolo de todas as folhas da planta) D33% (retirada de 1 folíolo de todas as folhas da planta) D66% (retirada de dois folíolos de todas as folhas da planta) D100% (retirada de todos os folíolos de todas as folhas da planta).

A semeadura foi realizada dia 28/02/2016. As características das plantas mensuradas ao final do ciclo foram:

- i. Altura de plantas (ALT): medida entre o nó cotiledonar até a inserção do último nó;
- ii. Diâmetro da haste principal (DHP): medida com auxílio de paquímetro digital, nó internódio inferior, entre o nó cotiledonar e o sucessor;
- iii. Número de nós por planta (NNP): contado a partir do nó cotiledonar;
- iv. Massa seca total (MST): a planta foi cortada logo abaixo da inserção do nó cotiledonar e levada para estufa a 35°C, por 8 dias. Após foi pesada com balança eletrônica.
- v. Número de vagens por planta (NVP): contagem do número total de vagens;
- vi. Número de sementes por planta (NSP): todas as vagens foram destacadas das plantas e debulhadas manualmente, posteriormente realizando a contagem manual das sementes.
- vii. Rendimento de sementes por planta (PROD): pesagem do total de sementes por planta, com balança eletrônica.
- viii. Massa de 1000 sementes (MMS): calculado através da expressão:

$$MMS = 1000 \times PROD \div NSP;$$

- ix. Comprimento de internódios (CON): calculado através da expressão:

$$COM = ALT \div NNP$$

- x. Número de sementes por vagem (NSV): calculado através da expressão:

$$NSV = NSP \div NVP$$

- xi. Índice de colheita (IC): calculado através da expressão:

$$IC = PROD \div MST$$

**EXPERIMENTO 02:** Os tratamentos do experimento dois foram baseados nos resultados do experimento 01, buscando a mitigação dos efeitos da desfolha, através de estratégias de manejo diferenciado de quebra da dominância apical: desponte/capação ou aplicação de citocinina. O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial com distribuição 3 x 5, com seis repetições. Como fontes de variação a combinação de dois fatores, sendo eles:

- a) Três **níveis de desfolha**: D0% (plantas intactas); D66% (retirada de dois folíolos de todas as folhas da planta) D100% (retirada de todos os folíolos de todas as folhas da planta). Realizada no estágio R2 (Florescimento pleno).
- b) Cinco **estratégias de mitigação** de desfolha:

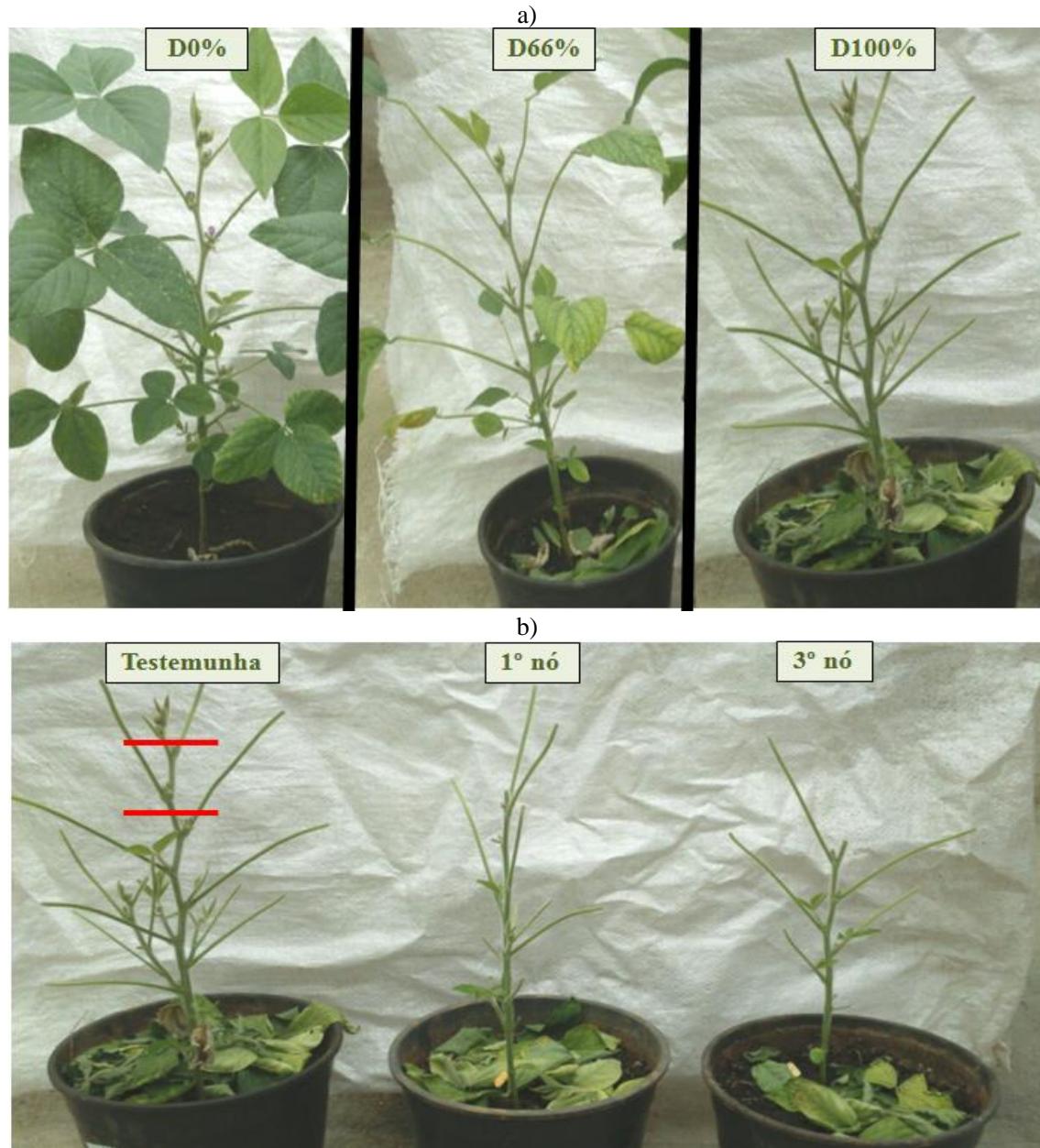
1 Testemunha: sem aplicação de manejo pós desfolha

2 Retirada de 1 nó da planta a partir do ápice

3 Retirada de 3 nó da planta a partir do ápice

|   | <b>Produto comercial (p.c)</b> | <b>Ingrediente ativo (i.a.)</b> | <b>Dose p.c. . ha<sup>-1</sup> / i.a. . ha<sup>-1</sup></b> |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---|
| 4 | Maxcel                         | Benziladenina                   | 1,0 L/ 20g  |
| 5 | Pix HC                         | Cloreto de Mepiquate            | 1,0 L/ 0,25L  |

Figura 4 - Tratamentos realizados nas plantas de soja no estádio R2: Desfolha D0%, D66% e D100%, das plantas testemunhas para estratégia de mitigação de desfolha (a); retirada do 1º no a partir do ápice, ou retirada do 3º no a partir do ápice das plantas com desfolha de D100% (b). Lages, SC, 2017.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

As estratégias de manejo foram aplicadas 24 horas após às desfolhas. No caso da remoção dos nós mais apicais da planta, foram retirados com auxílio de uma tesoura, contando os nós da planta do ápice em direção à base. Os produtos foram aplicados via pulverizador costal de parcelas experimentais do modelo “Herbicat H” pressurizado por CO<sub>2</sub>, com barra com um bico tipo leque modelo “Teejet XR 110 02 VP”, regulada para um volume de calda

equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada dia 09/12/2016, a desfolha (estádio R2/R3) dia 27/01/2017, e dia 28/01/2017 feita a aplicação das estratégias de manejo.

As características mensuradas ao final do ciclo foram as mesmas avaliadas no Experimento 01 em casa de vegetação (ALT, DHP, NNP, COM, MST, PROD, NVP, NSP, NSV, MMS, IC), usando rigorosamente a mesma metodologia de coleta de dados, além da avaliação do:

- i. Número de ramos por planta (NRP): contagem do número de ramos por planta;
- ii. Germinação padrão de sementes (G%): devido a pequena quantidade de sementes de alguns tratamentos, as 6 repetições foram misturadas, formando uma única amostra de trabalho. Desta amostra de trabalho foram feitas 4 repetições, cada uma sendo composta 50 sementes de soja por rolo de papel Germitest mantidos em câmara de germinação a 25 °C por 8 dias. Para submeter os resultados a análise de variância (ANOVA) os resultados de % de germinação foram **transformados** em arco seno de  $(x / 100)^{0,5}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando detectadas variações significativas, para os fatores quantitativos foi aplicado ajuste de regressão (Experimento 1) e para qualitativos todas as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey a 5% e 1% de significância e teste de Dunnett a 5% de significância foi usado para testar os contrastes dos manejos com a testemunha (Experimento 2).

## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

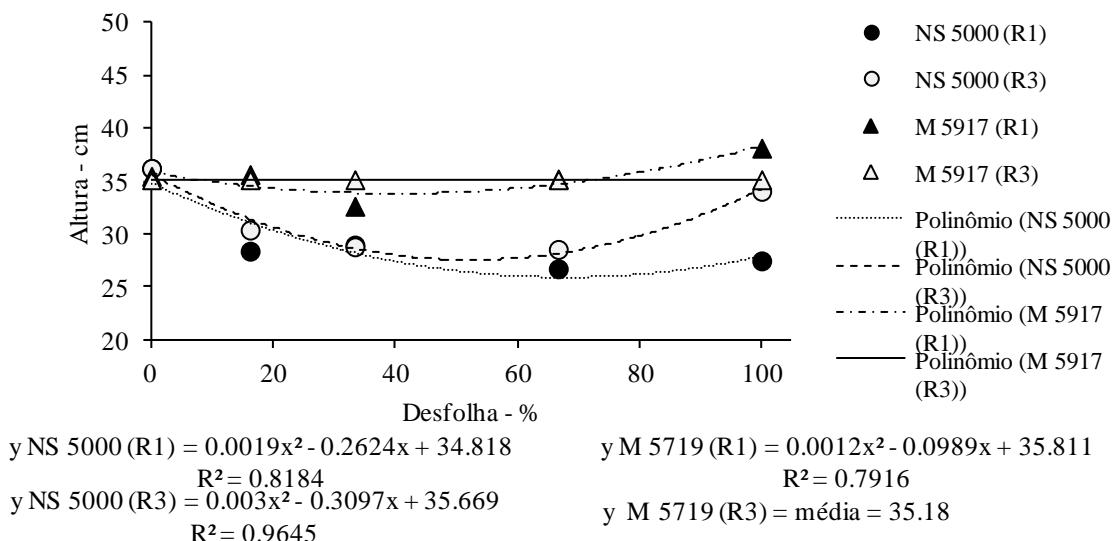
### 4.4.1 Intensidade de desfolha em diferentes cultivares de soja

A análise de variância (Anexo 3) evidenciou efeito simples de cultivar (C) para DHP; de estádio (E) para CON, de desfolha (D) para DHP. Efeito da interação dupla entre fatores C x D para as variáveis: MTP, MPA, PROD, MMS, NVP e COM e entre os fatores ExD nas variáveis MTP, MPA; PROD e MMS. O efeito da interação tripla, CxExD, foi observado para as variáveis ALT, NNP, NSP, NSV e IC. As análises e discussão dos resultados foram feitas sempre sobre as interações (significativas) mais complexas entre os fatores, que explicam melhor os efeitos dos tratamentos.

#### 4.4.1. 1 Altura de plantas

Com exceção da cultivar M\_5917\_IPRO, com desfolhas no estádio (E) R3, em que a altura das plantas não foi influenciada pela intensidade de ocorrência das desfolhas, para todos as outras combinações entre C x E a intensidade de desfolhas originou equações quadráticas ( $t < 5\%$ ). Nas equações da NS\_5000\_IPRO (R1), NS\_5000\_IPRO (R3) e M\_5917\_IPRO (R1) a altura das plantas decresceu até atingirem as menores alturas calculadas (mínimo  $x = -b/2.a$ ) com as ocorrência de perda de área foliar de 69,0%, 51,6% e 41,2 %, respectivamente (Figura 5). Após essas intensidades de desfolha as alturas de plantas não sofreram reduções (a planta manteve o crescimento em altura), mesmo com a redução de área foliar e redução da fonte de fotoassimilados.

Figura 5 - Altura de planta (cm), de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.

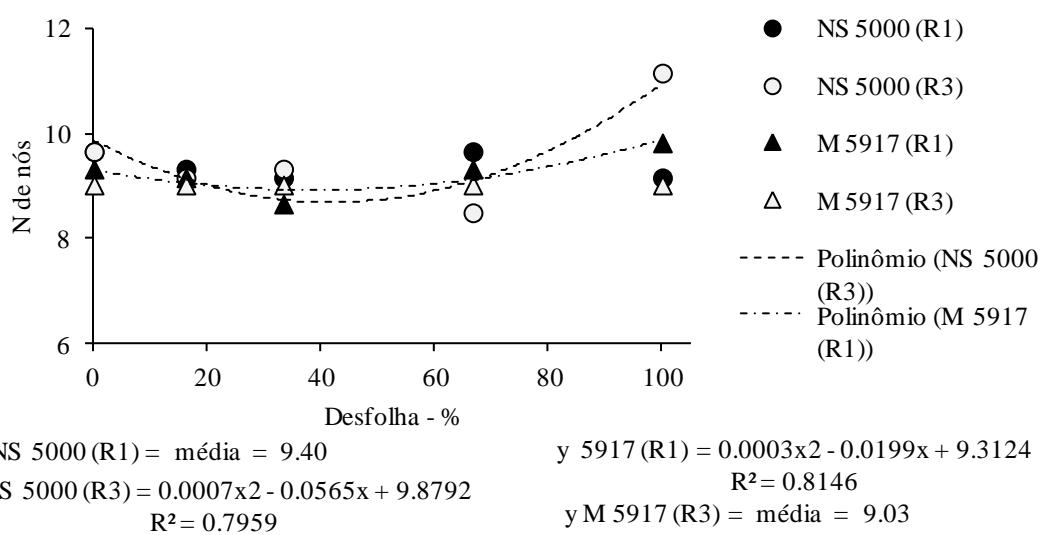


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.2 Número de nós

Na cultivar NS\_5000\_IPRO as desfolhas no estádio R3 e a cv. M\_5017\_IPRO as desfolhas em R1, o número de nós por planta variou de forma quadrática em função da intensidade de desfolha, até atingirem os menores números de nós, calculados (mínimo  $x = -b/2a$ ), com perda de área foliar de 40,3% e 33,1% respectivamente (Figura 6). Não sofrendo redução (manteve o crescimento de número de nós) nas desfolhas maiores.

Figura 6 - Número de nós, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.

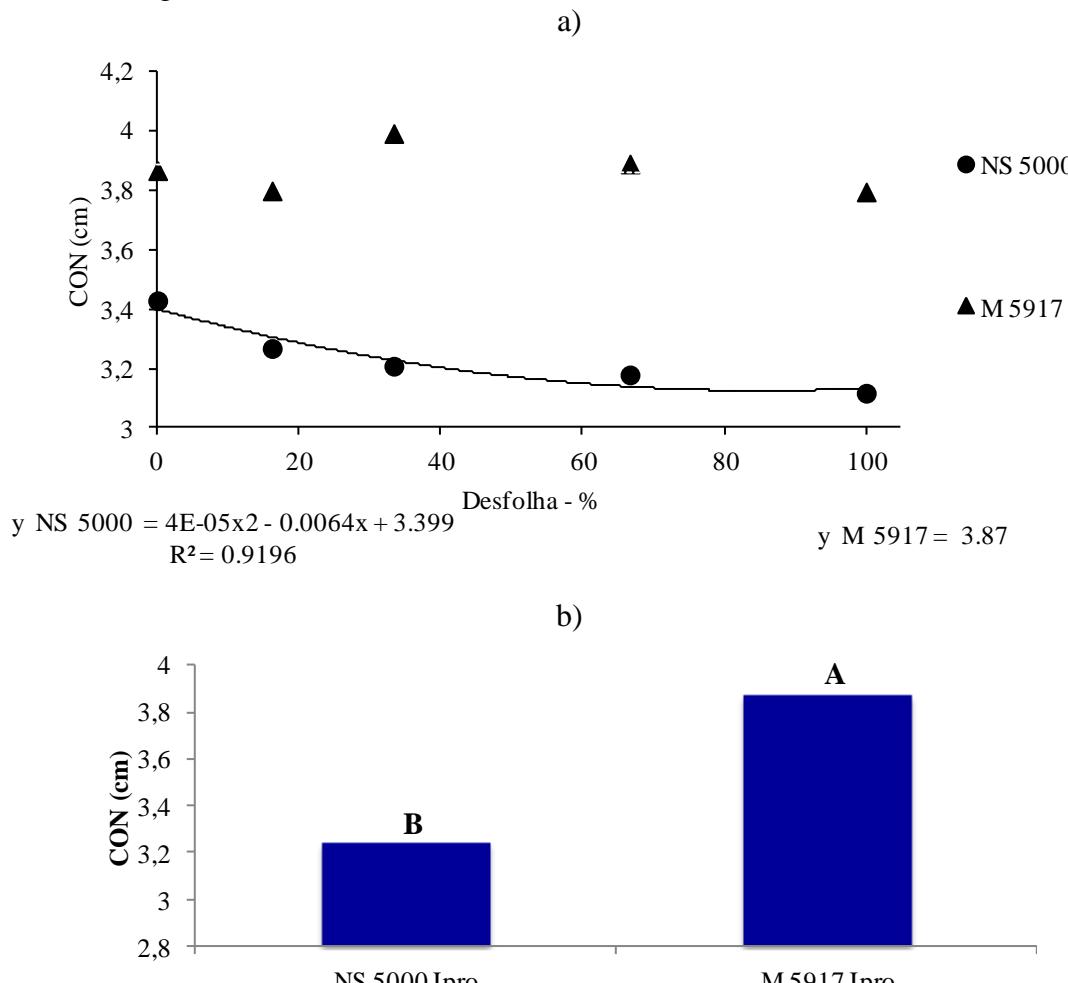


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.3 Comprimento médio de internódio

Na cultivar (C) NS\_5000\_IPRO, o comprimento médio dos internódios variou de forma quadrática em função da intensidade de ocorrência de desfolha, até atingirem as menores distâncias de internódios, calculados (mínimo  $x = -b/2.a$ ), com as ocorrência de perda de área foliar de 80,0% (Figura 7a). A cultivar M\_5917\_IPRO não apresentou diferença dos comprimentos de internódios independente da intensidade de desfolha realizada (Figura 7a); mas teve um CON 19,4% maior que a cv. NS\_5000\_IPRO (Figura 7b).

Figura 7 - Comprimento médio de internódio, a) em função de duas cultivares de soja, com ocorrência de cinco níveis de desfolhas; b) em função de duas cultivares de soja. Lages, SC, safra de 2016.



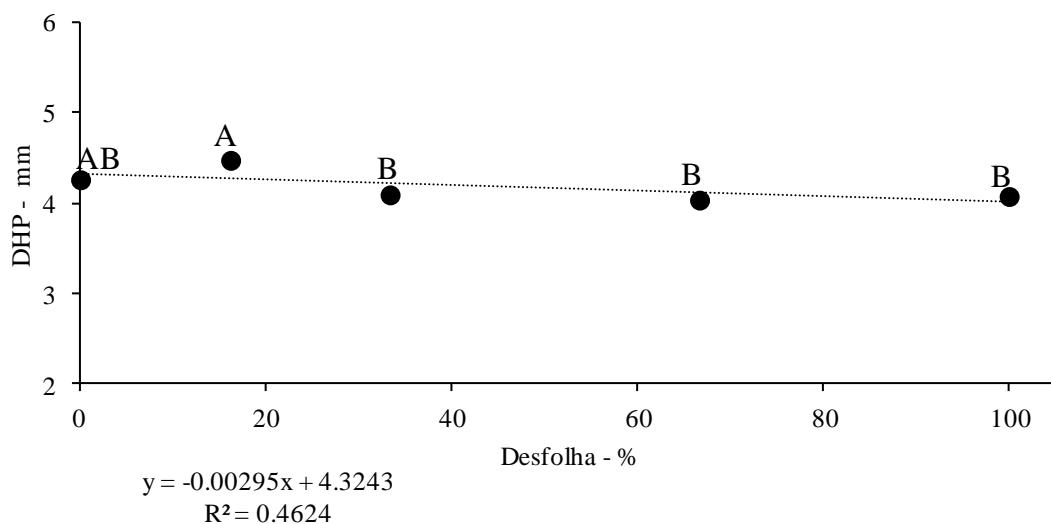
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.4 Diâmetro da haste principal

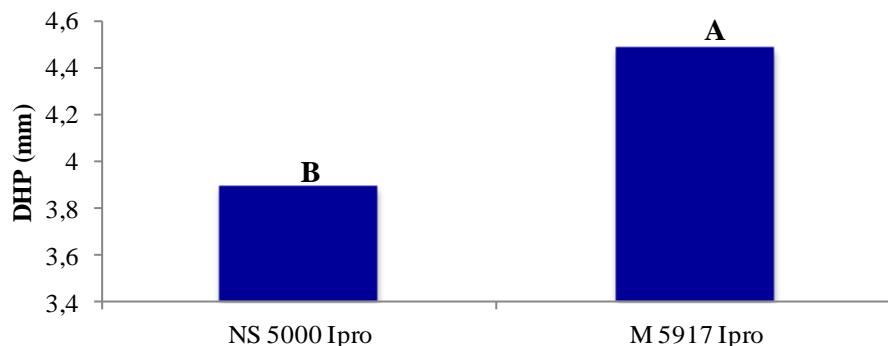
Apesar das desfolhas terem apresentado diferença no teste F do DHP a regressão linear atingiu nível de significância, pelo teste t, de 5,67%. Considerando essa equação, para cada 10 pontos percentuais (p.p.) de incremento da desfolha ocorre uma redução de 0,0295 mm de DHP. Assim somente desfolhas que reduzam a área foliar em mais de 71,6% serão capazes de reduzir o DHP em mais de 5%, em relação ao maior DHP obtido (16,6% de desfolha = 4,48 mm de DHP) (Figura 8a). Desfolhas leves (D16 %) foram responsáveis pelo aumento do diâmetro da haste em relação as desfolhas mais acentuadas (D33%, D66%, D100%); mas não diferiu da testemunha sem desfolha (D0%) (Tukey <5%). A cultivar M\_5917\_IPRO teve DHP 15,6% maior que a cultivar NS\_5000\_IPRO (figura 8b).

Figura 8 - Diâmetro da haste principal (DHP; mm); a) em função da ocorrência de cinco níveis de desfolhas; b) em duas cultivares. Lages, SC, safra de 2016.

a)



b)



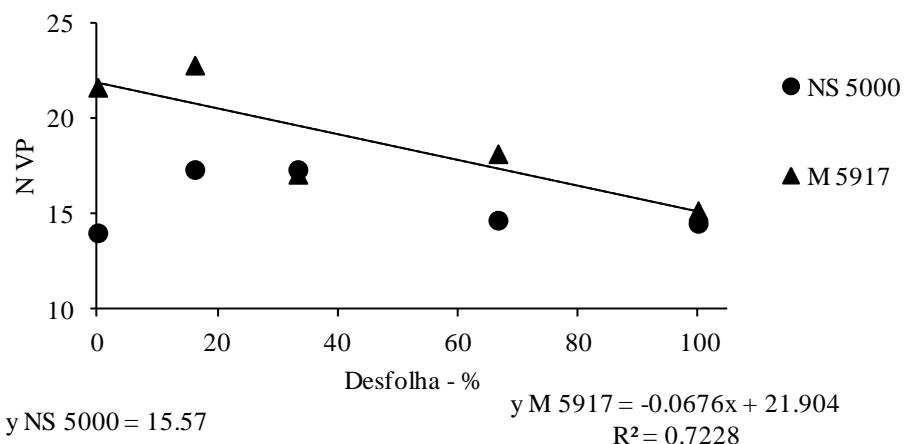
Letras diferentes representam médias que diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.5 Número de vagens por planta

Na cultivar M\_5917\_IPRO desfolhas leves de 16,6 % não reduziram o NVP. Após sofrer desfolha igual ou superior a 33%, a cultivar apresentou redução no número de vagens por planta. A análise regressão dessa variável indicou que a regressão que melhor se ajustou aos dados foi a linear, revelando que para cada 10% de redução de área foliar há uma redução de 0,67 vagens por planta, ou uma redução de 3,08% na produção de vagens por planta (Figura 9). Na cultivar NS\_5000\_IPRO a desfolha não alterou de maneira significativa o NVP.

Figura 9 - Número de vagens por planta, de duas cultivares de soja, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.



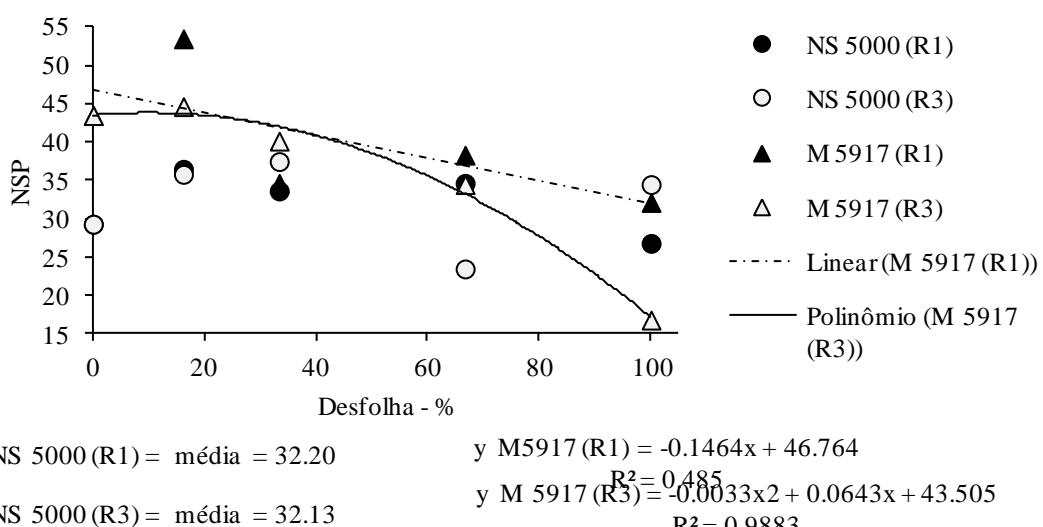
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.6 Número de sementes por planta

A cultivar M\_5917\_IPRO, quando sofreu D16,6% de desfolha no estádio R1; tiveram o maior NSP, em relação a D0% e outros níveis de desfolha; desfolhas maiores que D33% tiveram os menores NSP (Tukey 5%). Analisando a regressão linear, que melhor se ajustou aos dados, para cada 10% de redução da área foliar das plantas há uma redução de 1,46 sementes por planta (ou - 3,13% de sementes por planta) (Figura 10).

No estádio R3, a cv M\_5917\_IPRO apresentou redução no número de sementes apenas comparando-se a desfolha de D100 % com a testemunha (D0%), teste de Tukey. A regressão quadrática, mostrou que plantas com desfolhas de 9,74% apresentaram o maior número de sementes por planta, maiores intensidades de desfolha levam as quedas de NSP (Figura 10).

Figura 10 - Número de sementes por planta, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.

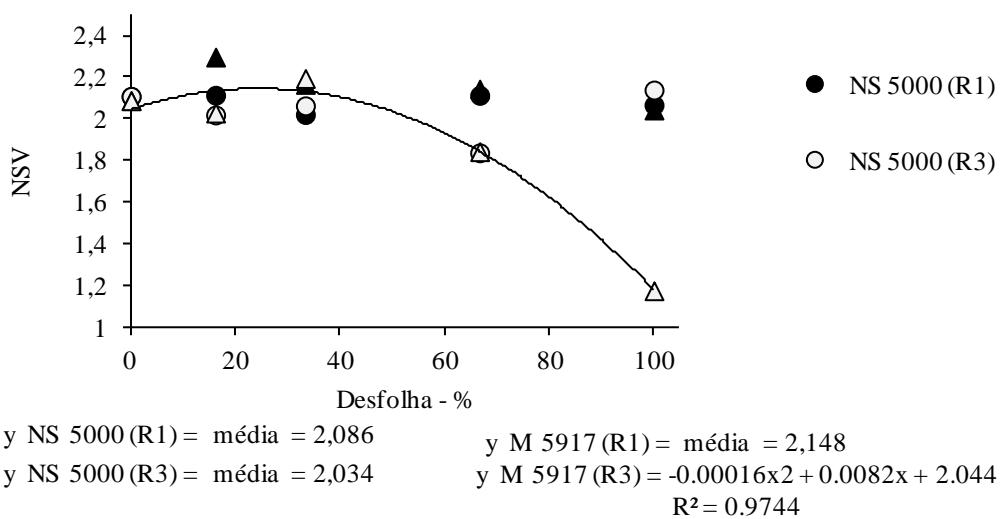


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.7 Número de sementes por vagem

Somente na cultivar M\_5917\_Ipro, no estádio R3, as plantas com desfolhas severas (D66% e D100%) tiveram uma redução no NSV. A equação quadrática, que se ajustou aos dados, mostrou que desfolha de 25,65% levou a o máximo NSV, e a partir daí as desfolhas resultaram a redução no NSV (Figura 11).

Figura 11 - Número de sementes por vagem, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.



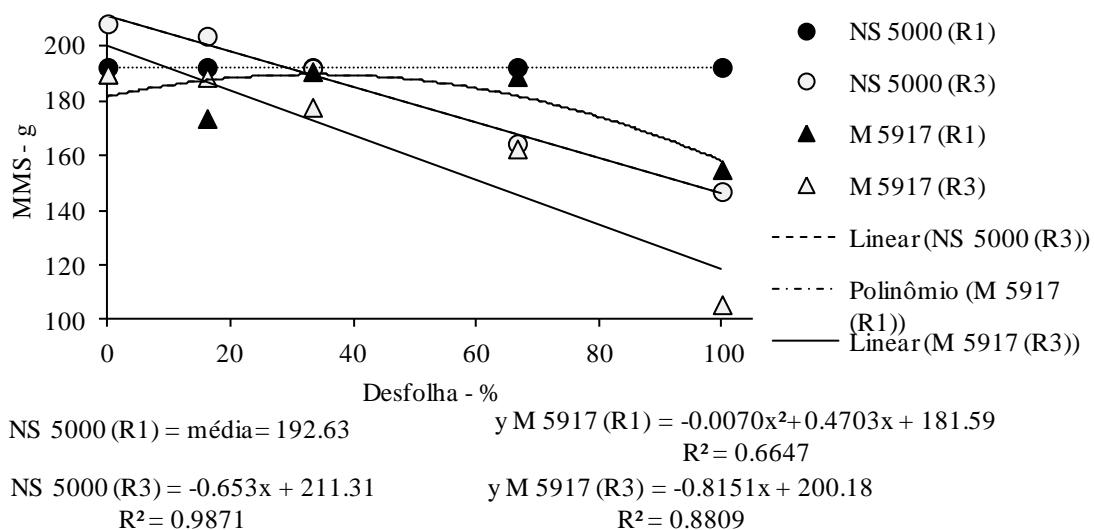
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.8 Massa de mil sementes

A cultivar NS\_5000\_IPRO somente com a desfolha no estádio R3 a MMS foi reduzida; para cada 10% de aumento de desfolha a MMS reduziu 3,09% (Figura 12).

A cultivar M\_5917\_IPRO manteve esta característica praticamente constante nas desfolhas de baixa intensidade, no estádio R1 a regressão quadrática mostrou que a máxima MMS foi atingida com uma desfolha de 33,6% (MMS de 189,5g), reduzindo em seguida. No estádio R3, de maneira semelhante a cv NS\_5000\_IPRO, a MMS foi reduzida linearmente, sendo que para cada 10% de aumento de desfolha a MMS reduziu 4,07% (Figura 12).

Figura 12 - Massa de mil sementes, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.

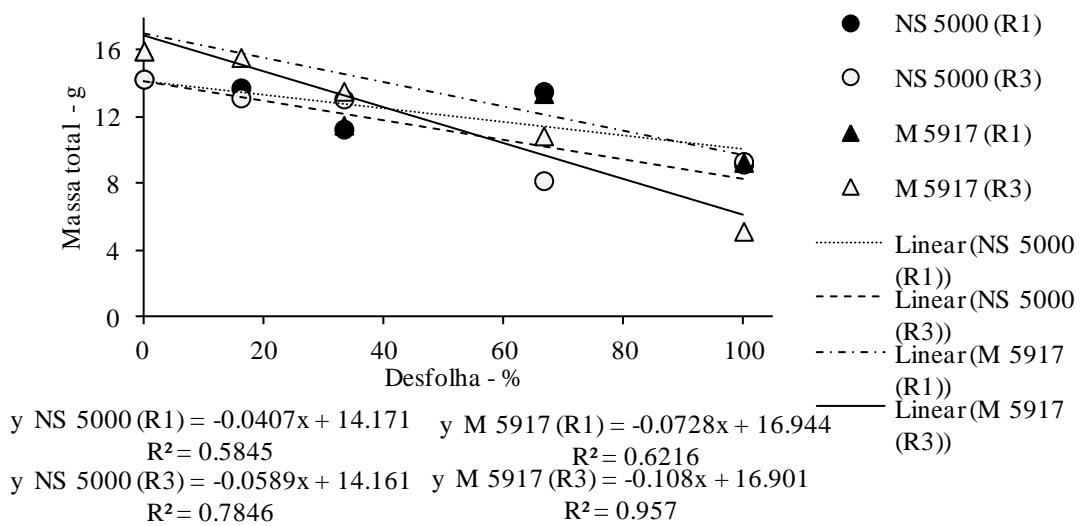


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.9 Massa de total de planta

As desfolhas levaram a redução da massa total de plantas (rendimento biológico) de maneira linear, mas com intensidades diferentes. Na cv. NS\_5000\_IPRO, R1 e R3 para cada 10% de desfolhas as plantas apresentaram reduções de 2,87% e 4,16% na MTP, respectivamente. Já na cv. M\_5917\_IPRO, R1 e R3, para cada 10% de incremento nas desfolhas ocorreram reduções 4,30% e 6,39% da MTP, respectivamente (Figura 13).

Figura 13 - Massa total por planta (g), de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.

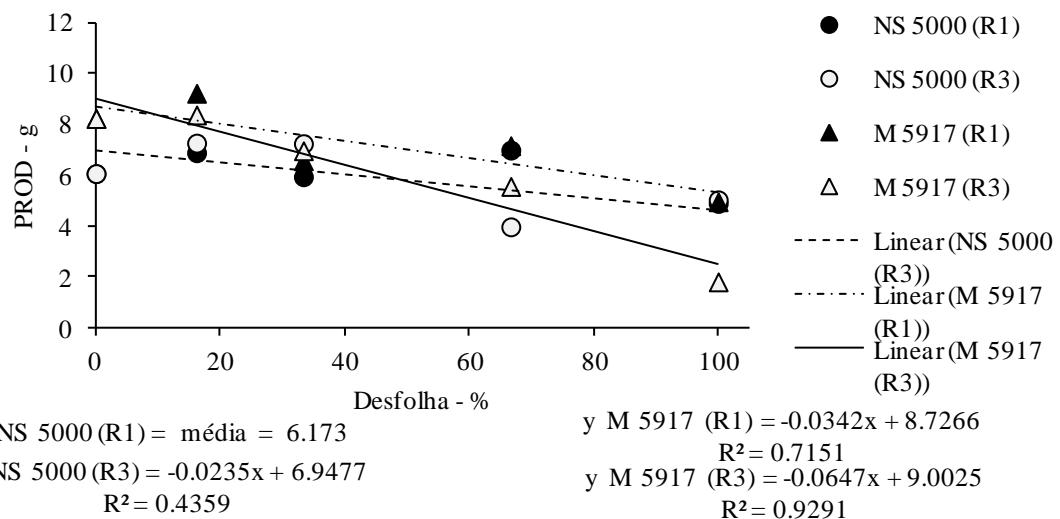


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.10 Produtividade de sementes

Com exceção da cultivar (C) NS\_5000\_IPRO no estádio R1 em que a produtividade de sementes não foi influenciada pela intensidade de ocorrência das desfolhas, para todos as outras combinações entre C x E a intensidade de desfolhas ajustou-se a equações lineares, ( $t < 5\%$ ). Analisando as equações lineares, observa-se que na cv. NS\_5000\_IPRO, estádio R3, perda de 10% de área foliar reduziram em 3,38% a PROD. Já na cv. M\_5917\_IPRO, nos estádios R1 e R3 para perdas de 10% de área foliar houve redução de 3,91% e 7,18% de PROD, respectivamente (Figura 14). Em ambas as cultivares houve uma redução de PROD, e sempre as desfolhas em R3 foram mais prejudiciais.

Figura 14 - Produtividade de sementes (g) por planta, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.



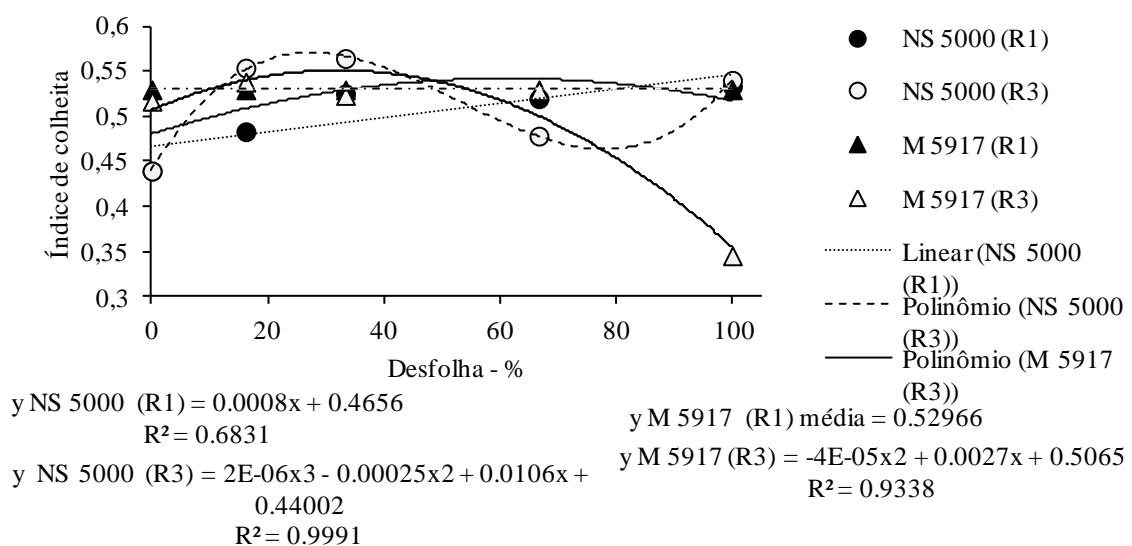
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.11 Índice de colheita

Na cultivar NS\_5000\_IPRO, as desfolhas em R1 induziram as plantas a aumentar o índice de colheita de maneira linear, para cada 10% de aumento de desfolha o IC aumentou em 1,71%. Já no estádio R3, a equação cúbica se ajustou aos dados, mostrando que desfolhas leves aumentam o IC, mas quando atingem a D66% há redução de índice de colheita devido a redução de PROD e manutenção de matéria seca de plantas. Quando a ocorrência de desfolha chega a D100%, novamente o IC aumenta devido à redução concomitante na produção de matéria seca por planta e de PROD (Figura 15).

Na cv. M\_5917\_IPRO, as desfolhas em R1 não influenciaram o IC. Em R3 a equação quadrática mostrou que desfolhas de 33,75% levaram ao maior IC, reduzindo o índice com desfolhas superiores (Figura 15).

Figura 15 - Índice de colheita, de duas cultivares de soja, em dois estádios fenológicos, sob cinco níveis de desfolhas. Lages, SC, safra de 2016.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.1.12 Discussão

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da ocorrência de desfolha, nos estádios reprodutivos (R1 e R3), na morfologia e na partição de biomassa em duas cultivares de soja após a maturidade fisiológica. A identificação, dos componentes morfológicos das plantas mais afetados pela desfolha é usada na busca de alternativas de manejo a serem realizados após a desfolha. Com esta intenção as plantas de soja foram conduzidas em vasos na casa de vegetação onde a ocorrência da desfolha foi realizada em ambiente controlado.

O comportamento quadrático da variável altura das plantas teve destaque por não ser observado por outros trabalhos com desfolha. Nos trabalhos a campo de: Diogo et al. (1997), Peluzio et al. (2004) a altura das plantas decresceu de acordo com a intensidade de desfolha aplicada. Mas qual fator ambiental (temperatura; luminosidade...) favoreceu o efeito da auxina na casa de vegetação? Por que esse efeito não é observado nos trabalhos de campo?

Buscando na literatura observamos que a auxina (AIA), em solução aquosa, possui vários agentes degradantes: a luz visível, ácidos, radiações ultravioleta e ionizante (KERBAUY, 2008). Talvez dentro da casa de vegetação a menor intensidade luminosa reduziu a degradação natural da auxina, mantendo seus altos níveis, fato que explicaria a diferença do comportamento da variável altura na casa de vegetação e nos experimentos de campo. Outro fator que favoreceu o crescimento em altura foi a alta temperatura com médias de 25°C na casa vegetação. Alguns autores como Bhérin (1989) e Sediyyama et al. (1996) (apud TANCREDI, 2003) afirmam que temperaturas acima dos 24 °C são responsáveis por esse grande crescimento vegetativo da soja, principalmente se ocorrerem a noite. Não foram medidas variáveis ambientais como a temperatura e luminosidade fora da casa de vegetação para ter certeza nessa afirmação. Em trabalhos de casa de vegetação como os de: Silva (2015) e Monteiro et al. (2017) não estudaram variável altura de plantas, não sendo possível fazer comparações com esses estudos.

Provavelmente o efeito do crescimento da altura das plantas está associado a ação da auxina. Com a ocorrência de desfolhas fortes (>D66%), a planta perde muitas folhas, que são produtoras de auxina. As primeiras folhas que se desenvolverão após a desfolha são as do ápice do caule, que possui uma rápida expansão, chegando a  $9,29 \text{ cm}^2 \cdot \text{folíolo}^{-1}$  (cultivar NS4823 RR) (ZILIO, 2014), pois já estavam formadas e crescem rapidamente em tamanho. Ao crescerem primeiro começam a produzir auxina, causando a dominância apical. Assim a planta desfolhada priorizará o crescimento em altura, em detrimento outras estruturas vegetais (folhas, ramos, vagens e grãos). A dominância apical após as desfolhas severas, fez com que as plantas

mantivessem o crescimento em altura principalmente pelo aumento do número médio de nós por planta (Figura 6), mantendo o comprimento de internódios inalterado (cv. M\_5917\_IPRO) ou com decréscimo discreto (cv. NS\_5000\_IPRO) (Figura 7). O crescimento das plantas em altura desvia fotoassimilados destinados ao crescimento de estruturas reprodutivas (SOUZA et al., 2013) que poderiam ser na recuperação da desfolha.

Nos estádios reprodutivos o DHP foi pouco afetado pelas desfolhas, provavelmente devido a planta já ter definido esta característica em estádios anteriores. Assim somente desfolhas que reduziram a área foliar em mais de 71,6% foram capazes de reduzir o DHP em mais de 5%, em relação ao maior DHP obtido (16,6% de desfolha = 4,48 mm de DHP). O fato do maior DHP (numericamente) ter ocorrido na desfolha D16%, pode ser devido a pequenas desfolhas alterar o destino de fotoassimilados que seriam destinados para o crescimento em altura e proporcionar aumento em DHP (SOUZA et al., 2013).

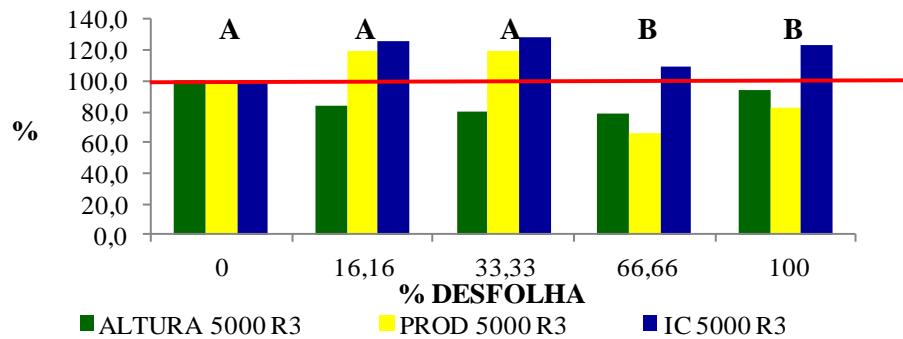
Cada cultivar e em cada estádio fenológico, a ocorrência de desfolha estimulou as plantas buscaram estratégias diferentes de realocar fotoassimilados que seriam gastos na produção de folhas e massa vegetativa. O aumento nos níveis de desfolhas alteraram as características morfológicas e componentes do rendimento, variando a magnitude dependendo da cultivar e da época de ocorrência da desfolha.

A cv. NS\_5000\_IPRO no estádio R1, apresentou uma redução linear do NVP, já o NSP, NSV, MMS permaneceu inalterados pela ocorrência de desfolhas. Essa manutenção fez com que as plantas mantivessem sua PROD inalterada. Mas como uma planta que sofreu uma perda de até 100% de área foliar no início do estágio reprodutivo não teve sua produtividade de grãos alterada? Nesse estádio a cv. NS\_5000\_IPRO, após a ocorrência de desfolha buscou a redução da altura de planta de maneira acentuada (Figura 5), atingindo as menores alturas de planta registradas nesse experimento. Concomitante a isso (ou como resultado agregado) a planta aumentou de maneira linear o seu índice de colheita (Figura 15). Ou seja, realocou fotossintatos que seriam gastos no crescimento em altura, produção de vagens e outras estruturas vegetativas, para manter a produção dos componentes do rendimento de interesse econômico: NSP, NSV e MMS.

No estádio R3, a mesma cv. NS\_5000\_IPRO, mesmo mantendo a produção de NSP, NSV semelhante as plantas não desfolhadas, sofreu uma redução linear do NVP e do MMS, reduzindo de PROD. Nesse estádio a planta está próximo a definição de sua altura, o crescimento em altura é proporcionalmente menor que o que ocorria no estádio R1 ( $R1 \pm 0,023 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ;  $R3 = \pm 0,011 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), a máxima área foliar já está praticamente definida (ZILIO, 2014), além de outros componentes vegetativos. Assim quando ocorreram desfolhas,

principalmente as superiores a D66%, a planta não foi capaz de recuperar sua área foliar e também não reduziu sua ALT e/ou aumentar seu IC direcionando fotossintatos para a produção de massa de sementes (MMS), o que resultou em redução de PROD nas desfolhas iguais ou maiores que D66%. Apesar da equação gerada indicar uma redução linear de PROD de acordo com a intensidade de desfolha (Figura 14), somente as desfolhas de D66% e D100% efetivamente reduziram a PROD (teste de Tukey, Figura 16). Nas desfolhas D16% e 33% a área foliar remanescente, a redução da ALT e aumento do IC (equação cúbica), possibilitaram as plantas manterem sua PROD (Figura 14).

Figura 16 - Efeito relativo (considerado D0% = 100%) sobre a altura de planta, produtividade de sementes (PROD) e índice de colheita (IC) da cultivar NS\_5000\_IPRO, no estádio fenológico R3, sob cinco níveis de desfolha. Lages, SC, 2016.



PROD com letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey a ( $p < 5\%$ ).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A cv. M\_5917\_IPRO, com desfolhas no estádio R1 apresentou uma redução linear do NVP e NSP, manteve o NSV, e teve um comportamento quadrático para a MMS, como ponto de máximo em 33,6% de desfolha. A relação destes componentes do rendimento resultou em perda de PROD. Observando a Figura 3 e 4, nota-se que até a D33% as plantas perderam altura, após, com as desfolhas de maior intensidade, as plantas manterem um crescimento em altura pelo maior número de nós por planta. Assim o IC das plantas ficou inalterado independente da ocorrência de desfolha e a PROD sofreu um decréscimo linear de acordo com a intensidade de desfolha.

Com desfolhas no estádio R3, cv. M\_5917\_IPRO, levou as plantas a um comportamento semelhante ao da cv. NS\_5000\_IPRO. Pois apresentou uma redução linear do NVP e da MMS, e para NSP, NSV e IC equações quadráticas com ponto de máximo em 9,74%, 25,65% e 33,75% de desfolha, respectivamente, decrescendo logo após. Resultados que levaram a reduções lineares de PROD, para cada 10% de perdas de área foliar houve redução de 7,18% de PROD. Observando mais atentamente os resultados, observa-se que até as desfolhas de D33% a PROD

não foi alterada de maneira significativa (Tukey 5%), provavelmente devido a planta conseguir manter área foliar suficiente para produção de fotossintatos, reduzir o NVP e priorizar estes fotossintatos para atingir o maiores NSV e IC com essa desfolha (mesmo sem ocorrer alteração na altura de plantas). Já nas desfolhas maiores, D66% e D100%, a manutenção do crescimento em ALT, acompanhadas de reduções acentuadas de NVP, NSP, NSV, MMS e IC levaram as plantas as menores PROD.

Os resultados mostrando que as desfolhas leves (D16% ou D33%) resultam em alterações nas características morfológicas (menor ALT, NN, COM e maior DHP), nos componentes do rendimento (maior NVP, NSP e NSV menor MMS) e aumento de PROD convergem para os encontrados por Srinivasan; Kumar; Long (2017) em que as remoções de área foliar (folhas não expandidas) resultou em reduções de índice de área foliar (IAF) e aumento de PROD. Os autores atribuem esse aumento de 8% de PROD na remobilização de energia que seria desperdiçada na produção de folhas (folhas que permanecem sombreadas, não contribuem para o aumento da fotossíntese e ainda aumentam a respiração e a perda de água) para a produção de grãos. IAF de 4,2 para os atuais níveis de CO<sub>2</sub> atmosféricos e IAF de 4,6 para 550 [ppm] de CO<sub>2</sub>, resultam na máxima PROD (SRINIVASAN; KUMAR; LONG, 2017).

#### **4.4.2 Quebra da dominância apical como estratégias de mitigação dos efeitos da desfolha em plantas de soja**

A análise de variância (Anexo 4) evidenciou efeito simples (significativo) de desfolha (D) para ALT, CON, NRP; de produto/estratégia (P) para ALT, CON, NRP e MMS. Efeito da interação dupla entre fatores D x P para as variáveis: MTP, MPA, PROD, MMS, NVP e CON e entre os fatores ExD nas variáveis NVP, NNP, MTP, PROD, NSP e G%. As análises e discussões dos resultados foram feitas sempre sobre as interações (significativas) mais complexas entre os fatores, que explicam melhor os efeitos dos tratamentos na interação entre fatores.

As características DHP, NSV e IC não foram influenciadas pelos fatores de tratamentos aplicados, por isso os dados por tratamentos não foram apresentados, somente as médias foram apresentadas no Anexo 4.

##### *4.4.2.1 Altura de plantas*

A altura das plantas aumentou quando ocorreram desfolhas nas plantas testemunha ou que receberam aplicação exógena de citocinina. Quando foi retirado o ápice das plantas, quebra da dominância apical de forma mecânica, com retirada de 1 ou 3 nós do ápice, as plantas apresentaram redução de altura de 29,5% e 41,1% (D0%), 27,6% e 34,9% (D66%) 43,4% e 47,8% (D100%), respectivamente, em relação a testemunha com mesma desfolha (Tabela 25). A aplicação de produtos com ações de citocinina (quebra de dominância apical química) não afetou a altura de plantas em comparação com a testemunha.

Tabela 25 - Altura de planta da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

| (cm)       |   |      |    |    |      |      |   |       |   |    |
|------------|---|------|----|----|------|------|---|-------|---|----|
|            |   | D0%  |    |    | D66% |      |   | D100% |   |    |
| Testemunha |   | 48,2 | b  |    | 52,5 | ab   |   | 57,2  | a |    |
| 1nó        | B | 34,0 | ab | ** | B    | 38,0 | a | 32,4  | b | ** |
| 3nó        | C | 28,4 | b  | ** | B    | 34,2 | a | 29,8  | b | ** |
| BNZ        | A | 44,8 | b  |    | A    | 51,6 | a | 53,4  | a |    |
| MEPIQ      | A | 46,2 | a  |    | A    | 51,7 | a | 54,3  | a |    |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.2 Número de nós

As plantas da testemunha e com desfolha de D100%, tiveram o maior número de nós, 23,9%, que as D0% e D66%. O desponte de 1 e 3 nós do ápice das plantas reduziu o número total de nós da planta em: D0% 22,5 e 33,8%, D66% 16,9 e 28,1%; D100% 38,6 e 44,3%, respectivamente, em ralação a testemunha. A aplicação de BNZ, com desfolhas de D100%, incrementou o número de nós em 21,3 e 10,9% em relação a D0% e D66%, respectivamente (Tabela 26).

Tabela 26 - Número de nós por planta (NNP) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

| NNP (nº)   |   |      |   |    |      |      |   |       |   |    |
|------------|---|------|---|----|------|------|---|-------|---|----|
|            |   | D0%  |   |    | D66% |      |   | D100% |   |    |
| Testemunha |   | 11,8 | b |    | 11,8 | b    |   | 14,7  | a |    |
| 1nó        | B | 9,2  | a | ** | B    | 9,8  | a | 9,0   | a | ** |
| 3nó        | C | 7,8  | a | ** | B    | 8,0  | a | 8,2   | a | ** |
| BNZ        | A | 12,5 | b |    | A    | 13,7 | b | 15,2  | a |    |
| MEPIQ      | A | 12,2 | a |    | A    | 13,7 | a | 13,8  | a |    |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.3 Comprimento médio de internódio

O comprimento de internódios sofreu efeito simples de desfolha e de produto/estratégia de desponte. Todos os tratamentos aplicados reduziram o comprimento médio dos internódios, ou seja, reduziram o alongamento dos internódios; essa redução foi em média de 9,7% em relação as plantas testemunha (Tabela 27). A desfolha de D66% aumentou o comprimento dos internódios em 6,2%, comparada com D0% e D100% (Tabela 28).

Tabela 27 - Comprimento médio de internódios (CON) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha. Lages, SC, 2017.

|            | CON (cm) |   |    |
|------------|----------|---|----|
| Testemunha | 4,1      |   |    |
| 1nó        | 3,7      | A | ** |
| 3nó        | 3,8      | A | ** |
| BNZ        | 3,7      | A | ** |
| MEPIQ      | 3,8      | A | ** |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 28 - Comprimento médio de internódios (CON) da cultivar M\_5917\_IPRO sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

|       | CON (cm) |   |
|-------|----------|---|
| D0%   | 3,8      | B |
| D66%  | 4,0      | A |
| D100% | 3,7      | B |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.4 Número de Ramos

O número de ramos por planta sofreu efeito simples de desfolha e de estratégia/produto. A desfolha de D66% e D100% estimularam a produção de mais ramos por planta em 63,7% e 125,8%, respectivamente, em relação a D0% (Tabela 29). O desponte de 1 e 3 nós do ápice das plantas estimulou a emergência de novos ramos laterais (ramos com vagens) em 94,8% e 107,9%, respectivamente, em relação a testemunha (Tabela 30).

Tabela 29 - Número de ramos por planta da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

|            | NRP (nº) |   |    |
|------------|----------|---|----|
| Testemunha | 2,2      |   |    |
| 1nó        | 4,2      | A | ** |
| 3nó        | 4,7      | A | ** |
| BNZ        | 2,2      | B |    |
| MEPIQ      | 2,5      | B |    |

Inó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 30 - Número de ramos por planta em função da ocorrência de três intensidades de desfolha, cultivar de soja M\_5917\_IPRO, 2017, do município de Brunópolis, SC.

|       | NRP (nº) |   |
|-------|----------|---|
| D0%   | 1,9      | C |
| D66%  | 3,7      | B |
| D100% | 4,4      | A |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.5 Número de vagens por planta

O número de vagens por planta sofreu efeito da interação dupla dos efeitos de D x P. Após as plantas sofrerem desfolhas D100% e receberem aplicação de BNZ tiveram 24,2% mais NVP que as plantas D0% que também receberam a aplicação deste produto (Tabela 31).

Comparando os produtos dentro de cada desfolha, só ocorreu diferença entre a aplicação de MEPIQ e o desponte de 3 nós do ápice, em desfolhas de D66% retirada do 3 nó aumentou o NVP em 33,1%. Já na D100% ocorreu o inverso: a aplicação de MEPIQ incrementou a produção de vagens em 30,7% em relação as plantas com retirada de 3 nós do ápice (Tabela 31).

Tabela 31 - Número de vagens por planta (NVP) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

| ----- NVP (nº) ----- |   |      |    |    |      |      |    |       |      |    |
|----------------------|---|------|----|----|------|------|----|-------|------|----|
|                      |   | D0%  |    |    | D66% |      |    | D100% |      |    |
| Testemunha           |   | 29,7 | a  | ns | 30,5 | a    | ns | 30,8  | a    | ns |
| 1nó                  | A | 33,5 | a  |    | AB   | 33,5 | a  | AB    | 34,8 | a  |
| 3nó                  | A | 31,2 | a  |    | A    | 35,5 | a  | B     | 28,2 | a  |
| BNZ                  | A | 28,8 | b  |    | AB   | 27,7 | b  | AB    | 35,8 | a  |
| MEPIQ                | A | 31,5 | ab |    | B    | 26,7 | b  | A     | 36,8 | a  |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.6 Número de sementes por planta

A aplicação de MEPIQ ou BNZ levou a redução de NSP, nas desfolhas D66% em relação as plantas com manejo de desponte (1 e 3 nós), essa redução foi em média de 29,1%. Nessa intensidade de desfolha, a aplicação de MEPIQ também levou a redução de 20,9% no NSP em relação as plantas TST. Já nas desfolhas D100%, só houve diferença quando as plantas foram tratadas com MEPIQ, produzindo 31,5% mais NSP que as plantas em que se retirou 3 nós do ápice (Tabela 32).

Tabela 32 - Número de sementes por planta (NSP) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

| ----- NSP (nº) ----- |   |      |    |      |      |       |      |      |    |
|----------------------|---|------|----|------|------|-------|------|------|----|
|                      |   | D0%  |    | D66% |      | D100% |      |      |    |
| Testemunha           |   | 60,0 | a  | ns   | 60,8 | a     | 60,3 | a    | ns |
| 1nó                  | A | 63,8 | a  | A    | 66,2 | a     | AB   | 68,2 | a  |
| 3nó                  | A | 58,0 | ab | A    | 69,5 | a     | B    | 54,3 | b  |
| BNZ                  | A | 55,3 | b  | B    | 48,8 | b     | AB   | 69,0 | a  |
| MEPIQ                | A | 62,5 | ab | B    | 47,3 | b     | ** A | 71,5 | a  |

Inó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.7 Massa de mil sementes

A massa de mil sementes (MMS) sofreu efeito simples de desfolha e de desponte/produto. O desponte de 1 nó da planta de maneira geral reduziu a MMS em 13,9%, 13,6% e 13,5 % em relação as plantas testemunha, e aplicação de MEPIQ e BNZ, respectivamente (Tabela 33). A desfolha de D66% e D100% reduziu a MMS em 14,7 e 19,9% respectivamente, em relação a D0% (Tabela 34).

Tabela 33 - Massa de mil sementes (MMS) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha. Lages, SC, 2017.

|            | MMS (g) |    |    |
|------------|---------|----|----|
| Testemunha | 178,7   | A  | ns |
| 1nó        | 153,7   | B  |    |
| 3nó        | 163,6   | AB |    |
| BNZ        | 178,0   | A  |    |
| MEPIQ      | 177,8   | A  |    |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 34 - Massa de mil sementes da cultivar M\_5917\_IPRO sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

|       | MMS (g) |   |
|-------|---------|---|
| D0%   | 192,7   | A |
| D66%  | 164,3   | B |
| D100% | 154,1   | B |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.8 Massa total de planta

Quando não houve desfolha (D0%) as plantas com aplicação de MEPIQ tiveram a MTP 19,0% maior que plantas que tiveram desponte de 3 nós do ápice. Nas desfolhas de D66% não houve diferença entre os tratamentos. E na desfolha de D100%, a aplicação de BNZ teve a MTP 22,0% maior que plantas que tiveram a retirada do 3 nós do ápice. Destacando que a retirada de 1 nó do ápice, independentemente do nível de desfolha, manteve a mesma MTP (Tabela 35).

Tabela 35 - Massa total de planta (MTP) (rendimento biológico) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

| g.planta <sup>-1</sup> |    |      |    |    |      |      |    |       |      |    |
|------------------------|----|------|----|----|------|------|----|-------|------|----|
|                        |    | D0%  |    |    | D66% |      |    | D100% |      |    |
| Testemunha             |    | 21,3 | a  | ns | 19,2 | ab   | ns | 17,7  | b    | ns |
| 1nó                    | AB | 22,2 | a  |    | A    | 18,0 | a  | AB    | 18,4 | a  |
| 3nó                    | B  | 19,4 | ab |    | A    | 20,0 | a  | B     | 16,8 | b  |
| BNZ                    | AB | 20,2 | a  |    | A    | 16,3 | b  | A     | 20,5 | a  |
| MEPIQ                  | A  | 23,1 | a  |    | A    | 15,5 | b  | AB    | 19,8 | ab |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.9 Produtividade de sementes

Para produtividade de sementes (PROD) a aplicação de MEPIQ em plantas intactas, D0%, aumentou a PROD em 11,9%. Já a retirada de 3 nós do ápice reduziu a produtividade de 10,3% em relação a testemunha. Nas desfolhas D66% somente as plantas com retirada de 3 nós tiveram PROD semelhante a testemunha. A retirada de 1 nó, aplicação MEPIQ e BNZ levaram a redução do PROD de 12,7%, 23,7% e 28,5%, respectivamente, em relação a testemunha. Na desfolha D100% a PROD em plantas que receberam a aplicação de MEPIQ, BNZ, e retirada de 1 nó do ápice foi maior 28,8%, 27,7% e 14,9%, respectivamente, em relação a plantas com retirada de 3 nós do ápice (Tabela 36).

Tabela 36 - Produtividade de sementes (PROD; gramas por planta) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

|            | g.planta <sup>-1</sup> |      |   |      |      |      |       |      |
|------------|------------------------|------|---|------|------|------|-------|------|
|            | D0%                    |      |   | D66% |      |      | D100% |      |
| Testemunha |                        | 11,7 | a |      | 11,0 | ab   |       | 9,6  |
| 1nó        | B                      | 10,9 | a | ns   | A    | 9,6  | b     | ns   |
| 3nó        | B                      | 10,5 | a | **   | A    | 10,6 | a     | ns   |
| BNZ        | B                      | 11,3 | a | ns   | B    | 8,4  | **    | A    |
| MEPIQ      | A                      | 13,0 | a | **   | B    | 7,8  | c     | 10,7 |
|            |                        |      |   |      |      |      |       | 10,8 |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### 4.4.2.10 Germinação de sementes

A germinação das sementes quando não houve desfolha, D0%, foi reduzida com a retirada de 1 nó e aplicação de BNZ em 24,6% e 12,6%, respectivamente, em relação a testemunha. Quando ocorreu D66% a retirada de 3 nós, aplicação de BNZ ou MEPIQ reduziu a G% em 18,4%, 25,5% e 20, %, respectivamente, em relação a testemunha. Quando a desfolha foi de D100% a única diferença ocorreu com aumento de 33,6% e 25,0% da G% nas plantas com a retirada de 3 nós em relação a retirada de 1nó e aplicação de MEPIQ, respectivamente (Tabela 37).

A D66%, nas plantas testemunhas, provocou o aumento da germinação em 13,3% e 29,7% em relação a D0% e D100% respectivamente. Além de D66% apresentar a maior germinação no tratamento 1nó (Tabela 37).

Tabela 37 - Germinação de sementes (G%) da cultivar M\_5917\_IPRO em função da aplicação de cinco produtos/estratégias mitigação da desfolha, sob três níveis de desfolha. Lages, SC, 2017.

|            |    | G%  |   |      |    |       |    |    |
|------------|----|-----|---|------|----|-------|----|----|
|            |    | D0% |   | D66% |    | D100% |    |    |
| Testemunha |    | 79  | b | 90   | a  | 69    | c  | ns |
| 1nó        | C  | 60  | b | **   | A  | 91    | a  | B  |
| 3nó        | A  | 82  | a | B    | 73 | b     | ** | A  |
| BNZ        | BC | 69  | a | **   | B  | 67    | a  | ** |
| MEPIQ      | AB | 77  | a | B    | 72 | a     | ** | AB |

1nó: desponte do entrenó apical da planta; 3nó: desponte dos três entrenós mais apicais da planta; BNZ: benziladenina e MEPIQ: cloreto de mepiquate.

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna (antecedida da média) e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* diferença significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P<0,05).

ns diferença não significativa entre os tratamentos (estratégia/produto) comparada ao tratamento testemunha (Dunnett; P>0,05).

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

#### *4.4.2.11 Discussão*

Para iniciar a discussão do segundo experimento da casa de vegetação, deve-se lembrar de quatro conclusões obtidas no primeiro experimento e hipóteses formuladas.

##### **Conclusões Exp. 1:**

- i. A variável altura das plantas teve comportamento quadrático, com as menores alturas de plantas ocorrendo nas desfolhas que retiraram de 69,0%, a 41,2 % de área foliar. Após isso as plantas apresentaram altura crescente, chegando a igualar a altura das plantas não desfolhadas.
- ii. O crescimento das plantas em altura desviou fotoassimilados que poderiam ser usados na recuperação da desfolha e crescimento de estruturas reprodutivas.
- iii. As plantas que após a ocorrência de desfolha tiveram menor altura de planta, aumento do índice de colheita e realocaram fotossintatos (que seriam gastos no crescimento em altura, produção de vagens e outras estruturas vegetativas) para manter a produção dos componentes do rendimento de interesse econômico: NSP, NSV e MMS; tiveram as menores perdas de PROD.

Esses efeitos foram indutivamente atribuídos a **auxina**, que foi excessivamente produzida no ápice dos caules das plantas muito desfolhadas, não foi degradada pela luminosidade dentro da casa de vegetação, provocou a dominância apical levando a manutenção do crescimento em altura, mesmo após grandes desfolhas, ou seja, mesmo com restrição de fonte.

##### **Hipóteses formuladas:**

- i. O desponte mecânico ou através da aplicação de produtos simuladores de citocininas, fará a quebra da dominância apical das plantas desfolhadas e reduzirá a altura de plantas.
- ii. O desponte mecânico ou através da aplicação de produtos simuladores de citocininas, aumentará a índice de colheita (IC) e destinará os fotoassimilados para a produção dos componentes do rendimento de interesse econômico: NSP, NSV e MMS. Assim as desfolhas não ocasionaram perdas de PROD.

Com essas hipóteses formuladas foi conduzido o experimento 2, com intuito de testá-las. Na variável ALT do experimento 2, observou-se que os despontes mecânicos, retirando 1 ou 3 nós a partir do ápice, foram eficientes em reduzir a ALT independente da desfolha ocorrida. Tal efeito se deu por uma inibição da produção de nós na haste principal após a realização da

decapitação, além de uma redução do comprimento dos entrenós em relação a testemunha. A redução de altura aliada ao aumento do número de ramos por planta, nas plantas decapitadas, indica que a decapitação quebrou a dominância apical (exercida pela gema apical) reduziu a altura das plantas e promoveu a quebra de dormência das gemas laterais (por reduzir os níveis de auxina presentes na planta, permitindo um novo equilíbrio citocinina x auxina (TAIZ; ZAGER, 2004). Tancredi et al. (2006), já havia concluído que a decapitação de plantas de soja em casa de vegetação reduziu a ALT das plantas pela redução no NN, porém a remoção do meristema apical seguiu critérios diferentes: foi realizada a remoção do meristema apical quando a planta atingiu 25, 50 e 75 cm de altura, sem analisar o estádio fenológico que as plantas estavam.

Os produtos químicos usados, MEPIQ e BNZ, apesar de reduzirem sensivelmente o comprimento médio dos entrenós em relação a testemunha, não reduziram a altura das plantas, por manterem (D0% e D100%) ou aumentar (D66%) o NN. Além de não incrementarem a produção do NRP. Provavelmente o efeito das citocininas sintética foi antagonista a ação da giberelina no alongamento de internódios, modificando o metabolismo das giberelinas (RADEMACHER, 2000; RODRIGUES et al., 2003, apud SOUZA et al., 2013). Mas não atuou anulando os efeitos de auxinas, não levando à quebra da dominância apical. Marianno (2016) já havia observado que o MEPIQ não tinha efeito sobre a altura de plantas; porém afirmou que plantas tratadas com BNZ no estádio R1 apresentam um acréscimo significativo de ALT.

Para confirmar a segunda hipótese formulada, observou-se o índice de colheita (IC) e os componentes do rendimento. O IC do experimento não sofreu influência dos tratamentos aplicados (desfolha e decapitação mecânica ou química), e mesmo com desfolhas acentuadas ( $>D33\%$ ) o IC ficou acima dos 0,50. Esse valor está de acordo com os valores encontrados em experimento com soja em casa de vegetação 0,50 a 0,57 (NOGUEIRA, 2012; TANCREDI, 2003) e acima de valores de experimentos de campo 0,45 a 0,50 (COLASANTE; COSTA, 1981; LUDWIG et al., 2010). No trabalho de Colasante; Costa (1981) os autores concluíram a correlação do IC x PROD não foi significativa, o que está de acordo com esse trabalho: pois mesmo com altos IC, as plantas desfolhadas tiveram baixa PROD.

Comparando as decapitações mecânicas realizadas após as desfolha com a testemunha não há diferença estatística para as variáveis: NVP, NSV, NSP (numericamente o NSP foi 8,77 e 14,25% maior com a retirada de 1 e 3 nós, respectivamente, que a testemunha). Além de que a MMS foi 14,0% e 8,4 % menor nas decapitações de 1 e 3 nós, em comparação com a testemunha. As plantas mantiveram produção (número) de estruturas reprodutivas, mas não melhoraram o índice de colheita e perderam PROD com a retirada de 1 nó e desfolha de D66%

e com a retirada de 3 nós e D100%. Tancredi et al. (2006), observaram aumento da PROD (em 36,4%) das plantas após a remoção do meristema apical das plantas em relação a testemunha. Provavelmente por realizar a remoção quando as plantas estavam em estádio vegetativo (altura de 25 cm; atingiu altura final de 58,9 cm). Nesse trabalho de Tancredi et al. (2006) fica evidente que a planta realocou fotossintatos que seriam usados no crescimento em altura (altura das plantas testemunha: 102,4cm) para a PROD. Diferente dos resultados desta pesquisa, no estudo de Srinivasan; Kumar; Long (2017) as remoções de folhas não expandidas (folhas dos ápices) resultaram em reduções de IAF e aumento de PROD de 8%, provavelmente por serem desfolhas menos acentuadas e inicialmente feitas com as plantas no estádio vegetativo (V10 –V16) e após no estádio R3-R6.

Um fato que provavelmente prejudicou o efeito dos tratamentos de desponte em atingir o máximo de PROD foi o atraso do ciclo das plantas (não mensurado) causado por esses tratamentos, concomitantemente, com um intenso ataque de mosca branca no final de ciclo da cultura (momento do enchimento de grãos), que não foram eficientemente controladas mesmo com aplicações de vários produtos químicos, levando a planta a perdas de MMS e não conseguirem o pleno enchimento dos grãos. A remoção de 1 nó apical levou a planta a produzir maior: NRP (estatística), NVP (numericamente), NSP (numericamente), mas devido a drástica perda de MMS, pelo efeito da mosca branca, não foi mais PROD que as plantas testemunha, principalmente no tratamento D66%. Esse ataque de mosca branca reduziu a MMS e manteve o mesmo IC nas plantas com desponte.

A aplicação das MEPIQ, D0%, comparando com a testemunha não apresentou diferença estatística para as variáveis: NVP, NSV, NSP, mas no conjunto dos componentes do rendimento (aumentos numéricos dos componentes) levaram um aumento de 10,3% de PROD. Souza et al. (2013) e Tormem (2018) [dados não publicados], em experimentos de campo, já verificaram que as aplicações de MEPIQ possuem tendência de aumentar a PROD da soja. Em oposição, Marianno (2016) estudando restrições hídricas em soja, não observou efeitos dos fitormônios sobre a mitigação dos efeitos do déficit hídrico e verificou que aplicações de BNZ e MEPIQ levaram a reduções médias de 7% da PROD da soja em casa de vegetação (mesmo com suprimento hídrico adequado), ligada a redução do NSP. Já nas desfolhas D66% a aplicação das citocininas (MEPIQ e BNZ) levou a redução do NSP que resultou em perda de PROD (média de 21%) em relação à testemunha. Nas desfolhas de D100% a aplicação das citocininas não alteraram os componentes do rendimento ou PROD.

## 4.5 CONCLUSÕES

A cultivar NS\_5000\_IPRO, é mais resistente a desfolha devido à redução de altura e massa seca de planta, aumento do IC, priorizando a produção de vagens e grãos, mantendo a produção por planta ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) até desfolhas acentuadas de D66%. A cv M\_5917\_IPRO é mais produtiva que a cv NS\_5000\_IPRO; entretanto após sofrer as desfolha mantém o crescimento vegetativo (ALT e MSP) e reduz o NVP, NGP e PROD.

A variável altura das plantas em casa de vegetação tem reduções de altura até próximo a D66%. Após as plantas voltam a crescer em altura (priorizaram o crescimento em altura) em detrimento outras estruturas vegetais (folhas, ramos, vagens e grãos). As plantas mantêm o crescimento em altura principalmente pelo aumento do número médio de nós por planta.

O estádio R1 suporta desfolhas de até D66%, as plantas conseguem manter a produção de grãos e MMS com desfolhas. No estádio R3, as plantas já possuem uma maior massa de planta, mas desfolhas de até D33% ainda conseguem ser suportadas e manter os níveis de PROD devido a alterações no destino final de fotossintatos e aumento do IC.

As desfolhas de D100% sempre são responsáveis pela redução de PROD. Os outros níveis de desfolha agem de maneiras menos intensa nas plantas, possibilitando a recuperação por compensações dos componentes de rendimento, e que a PROD não seja tão afetada (dependendo da cultivar e época de ocorrência). As desfolhas de D16% sempre foram suportadas pelas plantas, que encontraram alternativas para compensação de componentes do rendimento mantendo a PROD.

A aplicação de MEPIQ em plantas intactas, D0%, aumenta a PROD em 11,9%. Já a retirada de 3 nós do ápice reduziu a produtividade em 10,3% em relação a testemunha. Nas desfolhas D66% somente as plantas com retirada de 3 nós mantém PROD semelhante a testemunha; já a retirada de 1 nó, aplicação MEPIQ e BNZ levavam a redução do PROD de 12,7%, 23,7% e 28,5% respectivamente.

Com o desponte do ápice das plantas, e D66% e D100%, há redução da ALT das plantas; a planta é estimulada a produzir mais ramos, mais vagens e mais sementes por planta. Porém a redução de MMS nas plantas com desponte de 1 nó e 3 nós do ápice a PROD não foi incrementada com o uso da técnica de quebra de dominância apical.

Conclui-se que desfolha >D66% reduzem a produtividade de sementes. Menores intensidades de desfolha, cultivar mais resistente e quando a ocorrência da desfolha se dá no início do período reprodutivo (R1), a priorização das estruturas reprodutivas de interesse

econômico levam ao aumento do índice de colheita e mitiga os efeitos da desfolha, não reduzindo a produtividade de sementes das plantas. O desponte do apical em plantas de casa de vegetação pode ser usado como estratégia para reduzir a altura das plantas, devendo ser melhor estudada (momento de realização e estratégias pós quebra da dominância apical) para seu uso atingir os melhores resultados de produtividade de sementes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de desfolhas leva as plantas ao estresse e desencadeia uma série de reações fisiológicas que culminam na alteração de características morfológicas como altura de plantas, número de ramos, número de nós, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de sementes por planta, massa de sementes, índice de colheita, produtividade e germinação das sementes. A redução da área foliar das plantas (fonte), não levará a redução da produtividade de sementes quando: a planta manter a produtividade fotossintética com a área foliar remanescente, e alterar os componentes do rendimento direcionando fotossintatos para a produtividade de sementes (efeito compensatório).

A reação das plantas à desfolha também depende do estádio fisiológico da ocorrência da desfolha. No estádio R1, as cultivares de soja de hábito indeterminado, são mais resistentes a ocorrência da desfolha por estarem com várias estruturas (ramos, nós, vagens, grãos) em formação. Alterando os componentes do rendimento visando manutenção de produtividade de sementes. A partir do estádio R3, com a definição de algumas características da estrutura vegetativa da planta e componentes do rendimento, a recuperação de desfolha é mais difícil, ocorrendo somente com menores intensidades de desfolha (<D33% ou <D50%, dependente da cultivar). Estudos futuros devem avaliar o índice de área foliar (IAF), um IAF ótimo proporcionará a planta atingir máxima produção fotossintética, equilíbrio fontes x drenos, e máxima produção de grãos.

A aplicação de fitormônios de maneira exógena em plantas desfolhadas alterou componentes do rendimento e produtividade em função de alguns produtos. Merecendo mais estudos com uso de doses maiores e/ou de aplicação sequenciais para tornar a técnica eficiente em mitigar os efeitos causados pela desfolha. Outro ponto relevante à ser estudado são as alterações da duração de estádios fenológicos e do ciclo total das plantas desfolhadas, apesar de visualmente essas terem seu ciclo alterado, tal parâmetro não foi estudado. O melhor entendimento da alteração de ciclo e manipulação do ciclo através de fitormônios podem ser ferramenta usada na mitigação dos efeitos da desfolha.

A técnica do desponte de 1 ou 3 nós do ápice também mostrou-se promissora na mitigação da desfolha por alterar características morfológicas das plantas como altura, número de nós, número de ramos e número de sementes por planta. No entanto serão necessários mais estudos, principalmente de técnicas completares após o desponte, que mantenham a fotossíntese efetiva por mais tempo, aumente a MMS e assim consolidem a produtividade de grãos de maneira semelhante as plantas não desfolhadas.



## REFERÊNCIAS

- ADAPAR – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Bulas de Agrotóxicos – Outros.** Disponível em:  
<http://www.adapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=338>. Acesso em: 23 mar. 2016.
- ALBRECHT, L. P. et al. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 39-48, out/dez. 2010.
- ALBRECHT, L. P. et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, dez. 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, abr/jun. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**, Brasília,DF: MAPA, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para produção e comercialização de sementes de soja (*Glycine max* L.). Instrução normativa n.45, de 17 de setembro de 2013. **Diário Oficial da União**, sec.1, Brasília, DF, 20 set. 2013. Disponível em: <<https://apasem.com.br/site/index.php/instrucao-normativa-no-45/>> Acesso em 13 set.. 2016
- BRITO, G. G. et al. 1-Methylcyclopropene and Aminoethoxyvinylglycine effects on yield components of field-grown cotton. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.37, n.1, p. 9-16, Feb. 2013.
- BORÉM, A. Os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. v. 10, p. 101-107. Disponível em:  
[http://biotecnologia.com.br/revista/bio10/encarte\\_10.pdf](http://biotecnologia.com.br/revista/bio10/encarte_10.pdf). Acesso em: 19 jan. 2016.
- BUENO, A. de F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F. **Circular técnica 79, Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade.** Embrapa. Londrina, 2010. Disponível em  
<http://www.cnpsolembrapa.br/download/CT79VE.pdf> Acesso em: 19 jan. 2016.
- BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agronômico da cultura da soja cultivar CD 214 RR.** 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UTFPR, Pato Branco-PR, 2009. Disponível em:

[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/240/1/PB\\_PPGA\\_M\\_Buzzello%2C%20Gederson%20Luiz\\_2010.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/240/1/PB_PPGA_M_Buzzello%2C%20Gederson%20Luiz_2010.pdf)> Acesso em: 12 set. 2017.

CATO, S. C. et al. Synergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 31, n. 4, p. 549-553, dez, 2013.

CAMPOS, M. F.; ONO E. O.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p. 74-79, jan/fev. 2009.

CAMPOS, M. F.; ONO E. O. RODRIGUES, J. D. Arquitetura de plantas de soja e a aplicação de reguladores vegetais. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava-PR, v. 3, n. 1, p. 153-159, jan/abr. 2010.

COLASANTE, L. O.; COSTA J. A. Índice de colheita e rendimento biológico, na comparação da eficiência de variedades de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p 225-230, mar. 1981.

**CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos Safra 2016-2017, Décimo Levantamento.** v.4, 2017, Disponível [on line] via:  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_07\\_12\\_11\\_17\\_01\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf) acesso em 22 de julho de 2017.

CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; SÓ e SILVA, M. **Granizo e cereais de inverno no Rio Grande do Sul.** Embrapa Trigo. Documentos, 33. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2001. 24 p. Disponível em <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/granizo/granizo.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2017.

DIOGO, A. M et al. Influência da remoção de folhas em vários estágios de desenvolvimento, na produção de grãos e outras características agronômicas da cultura da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 253, p. 272-285, mai/jun., 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, RJ. EMBRAPA-SPI. 2006, 2. ed., 306 p.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016.** Disponível em:  
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120121/1/Indicacoes-Tecnicas-Embrapa-003.pdf> Acesso em: 19 jan. 2016.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Physiology of crop production.** New York: Haworth Press, 2006. 345 p.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 2007. 9p. (Circular Técnica, Nº 48). Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circotec48\\_000g3bkhmrq02wx5ok0r2ma0nxz1b1po.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circotec48_000g3bkhmrq02wx5ok0r2ma0nxz1b1po.pdf)> acesso em 22 de julho de 2017.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola1. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 631-637, out. 2004.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. **Ames: State University of Science and Technology**, 1977. 11 p.

FIOREZE, S. L.; et al. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n.11, p. 1432-1439, nov. 2013.

**FUNDAÇÃO MERIDIONAL. Soja – Tecnologias - Grupos de maturidade relativa.** Disponível em: <<http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/tecnologias>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

GLIER, C. A. da S. et al. Percentual de desfolha em duas cultivares de soja em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 6. p. 567-573, jun. 2015.

GOUVEIA, E. J. et al. Aumento da produção de grãos de pinhão-manso pela aplicação de benziladenina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1541-1545, out. 2012.

KALTON, R. R.; WEBER, C. R.; ELDREDGE, J. C. The effect of injury simulating hail damage on soybeans and corns. **Iowa Agricultural Experiment Station Research Bulletin**, Iowa, v. 463-504, p. 359. Oct, 1953.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2<sup>a</sup> edição - Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro-RJ, 2008. 431 p.

LUDWIG, M. P. et al. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup ReadyTM em função da época e densidade de semeadura. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 759-767, abr. 2010.

MARIANNO, F. H. F. **Desempenho produtivo da soja submetida a aplicação de fitorreguladores na fase reprodutiva e a dois regimes hídricos no enchimento de grãos**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em produção Vegetal) – UDESC, Lages, 2016. Disponível

em: <[http://www.cav.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/871/francisco\\_\\_\\_a5\\_final.pdf](http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/871/francisco___a5_final.pdf)> Acesso em: 01 dez. 2017.

MARTIN-MEX, R. et al. Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (*Carica papaya*). **Revista Mexicana Ciéncia Agrícola**. Texcoco, v. 3, n. 8, p. 1637-1643, dic. 2012.

MAUÁ SEMENTES. **Nossos Produtos; M\_5917\_IPRO**. Disponível em: <<http://www.sementesmaua.com.br/ProdutoInterna.aspx?produto=177>> Acesso em: 02 mar., 2016.

MICHELOTTO, M. D. et al. Germinação de sementes de algodoeiro provenientes de plantas submetidas a diferentes densidades larvais do curuquerê-do-algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 603-607, out/dez. 2012.

MONTEIRO, M. A. et al. Intensidade de desfolha e desempenho de plantas de soja com diferentes hábitos de crescimento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, p. 265-269, abr./jun. 2017.

MOSCARDI, F. et al. Resposta da cultura da soja a diferentes intensidades de injúria nos estágios iniciais de desenvolvimento. **Ciéncia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 389-394, mar. 2012.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 27, n. 1, p.64-69, mar. 2009.

NIDERA SEMENTES. **Soja NS\_5000\_IPRO**. Disponível [on-line] via <<http://www.niderasementes.com.br/produto/ns-5000-ipro-1.aspx>> Acesso em: 19 de janeiro de 2015.

NOGUEIRA, A. P. O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, Nov./Dec. 2012.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Enraizamento de estacas para a produção de mudas de espécies nativas de matas de Galeria**. Recomendação técnica 41. Embrapa. Brasília-DF. p.4. 2001. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566480/1/rectec41.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2017.

PÁDUA, J. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 32, n. 3, p. 009-016, set. 2010.

PASSOS, A. M. A. et al. Yield per plant and other characteristics of soybean plants treated with kinetin and potassium nitrate. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 965-972, oct. 2011.

PEIXOTO, C. P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, mar. 2000.

PELUZIO, J. M. et al. Efeitos sobre a soja do desfolhamento em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 297, p.575-585, set/out. 2004.

PEREIRA, W. A.; PEREIRA, S. M. A.; DIAS, D. C. F. S.. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 316-322, jul/set. 2013.

PERINI, L. J. et al. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, suplemento 1, p. 2531-2544, nov/dez. 2012.

PROBST, A. H.; JUDD, R. W. **Origin, U.S. history and development and world distribution**. In: CALDWELL, B. E. (ed.). Soybean: improvement, production and uses. **Agronomy** 16, 1973. 01-15 p.

RAVEN, P. H.; EVERET, R. F.; CURTIS, H. **Biologia vegetal**, 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1978. 724 p.

REZENDE, P. M.; FAVERETTO, C. R. S. Maximização da exploração da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Efeito da altura de corte no rendimento de feno e grãos da rebrota. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 11-12, p. 1189-1193, nov/dez. 1987.

RIO, A. do. **Aquecimento Global – impactos na produtividade de soja e estratégias de manejo para sua minimização em diferentes regiões produtoras do sul do Brasil**. 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – USP, Piracicaba-SP, 2014. Disponível [on-line] via:  
[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/.../tde.../Alexandre\\_do\\_Rio\\_versao\\_revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/.../tde.../Alexandre_do_Rio_versao_revisada.pdf)  
Acesso em: 09 de julho de 2017.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SILVA, A. F. da. **Simulação de desfolha por estresse bióticos, diversidade fenotípica e molecular e seleção em genótipos de soja**. 2015. 96 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - UFV, Viçosa-MG, 2015. Disponível [on-line] via:

<<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6955/texto%20completo.pdf?sequence=1>> Acesso em: 09 de julho de 2017.

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, May/June. 2013.

SRINIVASAN, V; KUMAR, P; LONG, S. P. Decreasing, not increasing, leaf area will raise crop yields under global atmospheric change. **Global Change Biology**, (s.l.), v. 23, n. 4, p. 1626–1635. Apr., 2017.

TAIZ, L.; ZAIGER, T trad. SANTARÉM, E. R. [et al.]. **Fisiologia vegetal**. 3<sup>a</sup> ed., Porto Alegre, Aramed, 2004. 722 p.

TANCREDI, F. D. **Influência da remoção do meristema apical em populações de soja sobre características agronômicas, em condições de casa de vegetação**. 2003. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – UFV, Viçosa, 2003. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10281/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 02 mar. 2015.

TANCREDI, F. D. et al. Efeito da remoção do meristema apical no crescimento e desenvolvimento de plantas de soja em condições de casa de vegetação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 53-60, May/Aug. 2006.

TEJEDA R. L.; RODRÍGUEZ, V. C.; CORONADO, M. A. G. Aplicacion de acido salicilico para incrementar el rendimiento agronomico en tres variedades de trigo. **Terra Latinoamericana**, Chapingo-México, v. 16, n. 1, p. 43-48, ene/mar. 1998.

THEISEN G.; ANDRES A.; SILVA C. A. S DA; SILVA J. J. C. da. **Ação de regulador do metabolismo de etileno sobre a produtividade de soja cultivada em terras baixas**. Embrapa, Pelotas, 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/746672/1/boletim68.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

TRACE - TRACING THE ORIGIN OF FOOD. **Molecular Biology Database**. Disponível em: <[http://www.bats.ch/trace/?file5=coreforms/taxonomy.php&record\\_number=3](http://www.bats.ch/trace/?file5=coreforms/taxonomy.php&record_number=3)> Acesso em: 09 jul. 2017.

VIEIRA, J.G. **Aplicação exógena de ácido salicílico em feijoeiro**. 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNOESTE, Presidente Prudente-SP, 2011. Disponível em: <<http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/bitstream/tede/554/1/Jose%20Gustavo%20Vieira%20Disertacao.pdf>> Acesso em: 12 set. 2017.

ZILIO, M. Crescimento e partição de biomassa de cultivares de soja submetida à restrição hídrica em diferentes estádios fenológicos. 2014. 193 f. Tese (Doutorado em produção Vegetal) – UDESC, Lages, 2014. Disponível em: <[http://www.cav.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/730/tese\\_mz\\_vf.pdf](http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/730/tese_mz_vf.pdf)> Acesso em: 12 set. 2017.

## ANEXOS

### Anexo 1 - Descrição da fenologia de desenvolvimento de soja

| Estádio | Denominação                       | Descrição   |
|---------|-----------------------------------|---|
| VE      | Emergência                        | Cotilédones acima do nível do solo  |
| VC      | Cotilédone                        | Cotilédones completamente abertos   |
| V1      | Primeiro nó                       | Folhas unifoliadas completamente abertas  |
| V2      | Segundo nó                        | Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvidas   |
| V3      | Terceiro nó                       | Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvidas  |
| Vn      | n nó                              | n folha trifoliolada completamente desenvolvida.  |
| R1      | Início do florescimento           | Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste)   |
| R2      | Florescimento Pleno               | Uma flor aberta nos dois últimos nós do caule com folhas completamente desenvolvidas.   |
| R3      | Início da formação de vagem       | Vagens com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folhas completamente desenvolvida                             |
| R4      | Vagens completamente desenvolvida | Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folhas completamente desenvolvidas                             |
| R5      | Início do enchimento de grãos     | Grãos com 3 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule, com folhas completamente desenvolvidas.                           |
| R6      | Grãos cheio ou completo           | Vagens contendo grãos verdes preenchendo as cavidades de uma dos 4 últimos nós do caule, com folhas completamente desenvolvidas |
| R7      | Início da maturação               | Uma vagem normal no caule com coloração de madura   |
| R8      | Maturação plena                   | 95% das vagens com coloração madura   |

Fonte: Adaptado de FEHR; CAVINES (1977).

Anexo 2 - Resultado da análise de variância (quadrado médio) dos componentes de produção e germinação de sementes da cultivar de soja NS\_5000\_IPRO safras 2015/2016, M\_5917\_IPRO safras 2015/2016 e M\_5917\_IPRO safras 2016/2017, dois estádios de realização das desfolha, três intensidades de desfolha e sete produtos fitomônios aplicados para a mitigação das desfolhas, no município de Brunópolis, SC.

(Continua).

| Cultivar NS_5000_IPRO safra 2015/2016: Experimento 1. |     |             |            |             |            |            |             |                              |           |
|---|-----|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------------------------|-----------|
| FV  | GL  | ALT<br>(cm) | NVP<br>(n) | NSP<br>(n)  | NSV<br>(n) | MMS<br>(g) | DMS<br>(mm) | PROD<br>(g.m <sup>-2</sup> ) | G%<br>(5) |
| Estádio (E)   | 1   | 804,06 **   | 3027,15 ** | 3621,7**    | 0,0852 ns  | 5225,99 ** | 0,42605 **  | 96988,27**                   | 0,3944**  |
| Bloco   | 3   | 172,3       | 148,81     | 439,66      | 0,5858     | 113,93     | 0,0195      | 8291,28                      | 0,0137    |
| Erro A  | 3   | 5,01        | 167,02     | 364,08      | 0,14       | 49,35      | 0,0195      | 1234,90                      | 0,0143    |
| Parcelas  | 7   | -           | -          | -           | -          | -          | -           | -                            | -         |
| CV (a)  | -   | 16,13       | 24,69      | 32,48       | 28,46      | 7,75       | 2,58        | 35,94 ns                     | 10,21     |
| Desfolha (D)  | 2   | 4728,89 **  | 1798,71 ** | 18872,15 ** | 4,2 **     | 6480,25 ** | 0,87333 **  | 483177,82 **                 | 0,1336 ** |
| ExD   | 2   | 110,35 **   | 977,34 **  | 888,38 **   | 0,6842 **  | 3509,77 ** | 0,5136 **   | 24176,27 **                  | 0,1086 ** |
| Erro B  | 12  | 43,32       | 61,66      | 58,28       | 0,1490     | 40,88      | 0,0173      | 2268,87                      | 0,0120    |
| Sub P   | 23  | -           | -          | ...         | -          | -          | -           | -                            | -         |
| CV (b)  | -   | 7,01        | 19,15      | 12,99       | 22,35      | 4,06       | 1,44        | 12,84                        | 9,34      |
| Produto (P)   | 6   | 46,2 **     | 88,79 ns   | 123,64 *    | 0,2959*    | 62,14 ns   | 0,0088 ns   | 2943,61 **                   | 0,0136 ns |
| ExP   | 6   | 18,17 ns    | 32,34 ns   | 91,97 ns    | 0,0492 ns  | 125,55*    | 0,0026 ns   | 839,07 ns                    | 0,0355 ** |
| DxP   | 12  | 22,83 ns    | 73,33 ns   | 81,21 ns    | 0,1766 ns  | 73,62 ns   | 0,0044 ns   | 1282,92 ns                   | 0,0130 ns |
| ExDxP   | 12  | 23,35 ns    | 52,11 ns   | 70,72 ns    | 0,1304 ns  | 39,61 ns   | 0,0057 ns   | 1381,62 ns                   | 0,0149 ns |
| Erro C  | 72  | 23,96       | 28,12      | 48,17       | 0,0905     | 42,34 ns   | 0,0051      | 1014,77                      | 0,0095    |
| CV (c)  | -   | 6,45        | 19,90      | 11,81       | 21,78      | 3,78       | 1,64        | 12,48                        | 8,33      |
| Total   | 167 | -           |            |             | -          | -          | -           | -                            | ...       |
| Média   | -   | 58,78       | 39,11      | 58,73       | 1,53       | 173,14     | 6,31        | 2482,5                       | 84,04     |

FV: Fonte de Variação; SubP: subparcelas; E: Estádio; ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G: percentual de germinação; CV: coeficiente de variação.

\*\* e \* significativos pelo teste F a pelo menos 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Anexo 2 - Resultado da análise de variância (quadrado médio) dos componentes de produção e germinação de sementes da cultivar de soja NS\_5000\_IPRO safras 2015/2016, M\_5917\_IPRO safras 2015/2016 e M\_5917\_IPRO safras 2016/2017, dois estádios de realização das desfolha, três intensidades de desfolha e sete produtos fitormônios aplicados para a mitigação das desfolhas, no município de Brunópolis, SC.

(Continuação).

| FV           | Cultivar M_5917_IPRO, safra 2015/2016: Experimento 2. |             |             |             |             |            |             |                              |
|--------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|
|              | GL  | ALT<br>(cm) | NVP<br>(nº) | NSP<br>(nº) | NSV<br>(nº) | MMS<br>(g) | DMS<br>(mm) | PROD<br>(g.m <sup>-2</sup> ) |
| Estádio (E)  | 1   | 83,55 ns    | 815,98 **   | 1030,59 **  | 0,0038 ns   | 195,97 ns  | 0,2058 ns   | 34710,99 *                   |
| Bloco        | 3   | 33,71       | 142,07      | 447,96      | 0,2178      | 49,64      | 1,18        | 13322,14                     |
| Erro A       | 3   | 48,86       | 185,92      | 248,21      | 15,266      | 281,62     | 1,05        | 4421,25                      |
| Parcelas     | 7   | -           | -           | -           | -           | -          | -           | -                            |
| CV (a)       | -   | 11,83       | 30,62       | 29,15       | 34,16       | 5,76       | 10,93       | 33,78                        |
| Desfolha (D) | 2   | 2542,08 **  | 3613,6 **   | 10538 **    | 6,1619 **   | 2938,31 ** | 2,21 **     | 330092,94 **                 |
| ExD          | 2   | 161,9 *     | 183,22 *    | 2577,36 **  | 1,2 **      | 109,99 ns  | 0,7629 ns   | 60870,65 **                  |
| Erro B       | 12  | 18,81       | 95,23       | 72,94       | 0,7562      | 130,03     | 0,9028      | 3729,13                      |
| Sub P        | 23  | -           | -           | -           | -           | -          | -           | -                            |
| CV (b)       | -   | 8,63        | 22,24       | 15,8        | 28,65       | 4,18       | 10,21       | 17,84                        |
| Produto (P)  | 6   | 78,53 *     | 133,81 *    | 84,56 ns    | 0,5298 ns   | 75,77 ns   | 0,4426 ns   | 3637,09 ns                   |
| ExP          | 6   | 79,53 *     | 80,46 ns    | 63,85 ns    | 0,3872 ns   | 94,69 ns   | 0,3876 ns   | 2851,42 ns                   |
| DxP          | 12  | 32,71 ns    | 28,92 ns    | 45,4 ns     | 0,1038 ns   | 21,21 ns   | 0,4216 ns   | 730,86 ns                    |
| ExDxP        | 12  | 24,55 ns    | 58,28 ns    | 46,88 ns    | 0,2924 ns   | 36,01 ns   | 0,387 ns    | 2075,61 ns                   |
| Erro C       | 72  | 72,09       | 81,93       | 85,12       | 0,1739      | 46,42      | 0,4595      | 1259,6                       |
| CV (c)       | -   | 7,36        | 22,37       | 17,07       | 30,70       | 4,61       | 10,75       | 18,86                        |
| Total        | 167   | -           | -           | -           | -           | -          | -           | -                            |
| Média        | -   | 71,62       | 34,13       | 54,04       | 1,66        | 159,1      | 6,06        | 2474,4                       |

FV: Fonte de Variação; SubP: subparcelas; E: Estádio; ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G: percentual de germinação; CV: coeficiente de variação.

\*\* e \* significativos pelo teste F a pelo menos 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Anexo 2 - Resultado da análise de variância (quadrado médio) dos componentes de produção e germinação de sementes da cultivar de soja NS\_5000\_IPRO safras 2015/2016, M\_5917\_IPRO safras 2015/2016 e M\_5917\_IPRO safras 2016/2017, dois estádios de realização das desfolha, três intensidades de desfolha e sete produtos fitormônios aplicados para a mitigação das desfolhas, no município de Brunópolis, SC.  
 (Conclusão).

| Cultivar M_5917_IPRO, safra 2016/17: Experimento 3. |     |             |             |             |             |            |             |                              |           |
|---|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|-----------|
| FV  | GL  | ALT<br>(cm) | NVP<br>(nº) | NSP<br>(nº) | NSV<br>(nº) | MMS<br>(g) | DMS<br>(mm) | PROD<br>(g.m <sup>-2</sup> ) | G%<br>(%) |
| Estádio (E)   | 1   | 302,81 ns   | 2852,77 **  | 1169,36 ns  | 1013 *      | 333,38 ns  | 0,4412 ns   | 11244,55 ns                  | 0,0088 ns |
| Bloco   | 3   | 477,22      | 353,92      | 341,28      | 0,175       | 18,28      | 0,0116      | 1567,31                      | 0,0036    |
| Erro A  | 3   | 95,196      | 133,19      | 523,00      | 0,3406      | 25,52      | 0,1114      | 4656,39                      | 0,0126    |
| Parcelas  | 7   | ...         | ...         | ...         | ...         | ...        | ...         | ...                          | ...       |
| CV (a)  | -   | 10,78       | 24,42       | 26,31       | 29,17       | 5,99       | 1,982       | 28,17 ns                     | 8,92      |
| Desfolha (D)  | 2   | 6603,27 **  | 6343,24 **  | 22484,81 ** | 0,2806 ns   | 5208,02 ** | 0,56601 **  | 475584,14 **                 | 0,0914 ** |
| ExD   | 2   | 75,01 *     | 1569,47 **  | 3896,33 **  | 4332 **     | 942,57 **  | 0,12584 **  | 35742,65 **                  | 0,0471 *  |
| Erro B  | 12  | 50,11       | 278,10      | 169,83      | 0,24203     | 49,74      | 0,01546     | 3745,93                      | 0,0107    |
| Sub P   | 23  | ...         | ...         | ...         | ...         | ...        | ...         | ...                          | ...       |
| CV (b)  | -   | 4,60        | 17,49       | 14,99       | 23,689      | 2,95       | 1,34        | 13,61                        | 8,23      |
| Produto (P)   | 6   | 24,14 ns    | 409,29 *    | 232,3 ns    | 0,23805 ns  | 52,95 ns   | 0,02081 *   | 2730,14 ns                   | 0,0105 ns |
| ExP   | 6   | 29,46 ns    | 112,33 ns   | 184,08 ns   | 0,2131 ns   | 23,65 ns   | 0,0153 *    | 1588,33ns                    | 0,0247 ns |
| DxP   | 12  | 16,28 ns    | 136,03 ns   | 161,17 ns   | 0,15779 ns  | 36,49 ns   | 0,00582 ns  | 2590,24 ns                   | 0,0114 ns |
| ExDxP   | 12  | 14,17 ns    | 109,91 ns   | 176,25 ns   | 0,12668 ns  | 23,81 ns   | 0,00883 ns  | 1776,38 ns                   | 0,0059 ns |
| Erro C  | 72  | 29,12       | 63,48       | 195,13      | 0,08524     | 16,97      | 0,0062      | 4239,62                      | 0,0112    |
| CV (c)  | -   | 5,16        | 19,29       | 16,07       | 23,59       | 3,05       | 1,305       | 13,28                        | 8,42      |
| Total   | 167 | ...         | ...         | ...         | ...         | ...        | ...         | ...                          | ...       |
| Média   | -   | 94,91       | 63,40       | 86,90       | 1,428       | 169,13     | 6,422       | 3275,2                       | 89,5      |

FV: Fonte de Variação; SubP: subparcelas; E: Estádio; ALT: altura de planta; NVP: número de vagens por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 100 sementes; DMS: Diâmetro médio de Sementes; PROD: produtividade de sementes; G: percentual de germinação; CV: coeficiente de variação.

\*\* e \* significativos pelo teste F a pelo menos 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Anexo 3 – Resultado da análise de variância (quadrado médio) das características morfométricas e componentes de produção das duas cultivares de soja NS\_5000\_IPRO e M\_5917\_IPRO, dois estádios de realização das desfolhas, cinco intensidades de desfolha, no município de Lages-SC, 2016.

| FV        | GL | Alt.<br>(cm) | DHP<br>(mm) | NVP<br>(nº) | NNP<br>(nº) | CON<br>(cm) | MTP<br>(g) | PROD<br>(g) | NSP<br>(nº) | NSV<br>(nº) | MMS<br>(g) | IC<br>(%)  |
|-----------|----|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| C         | 1  | 665,05 **    | 10,52**     | 350,2 **    | 3,33 *      | 11,86**     | 29,93 *    | 13,59 **    | 1086 **     | 0,08 ns     | 7120,19 ** | 0,00018 ns |
| E         | 1  | 23,85 ns     | 0,2 ns      | 1,4 ns      | 0,03 ns     | 0,455*      | 41,87 *    | 12,32 **    | 156,4 ns    | 0,83 **     | 4313,4 **  | 0,0042 ns  |
| D         | 4  | 79,91 **     | 0,79*       | 89,4 **     | 2,3 *       | 1821**      | 203,98 **  | 49,15 **    | 733,83 **   | 0,3 **      | 8745,39 ** | 0,0175 **  |
| C x E     | 1  | 40,25*       | 0,001 ns    | 0,4 ns      | 1,2 ns      | 0,056 ns    | 4,43 ns    | 4,83 ns     | 147,4 ns    | 0,39 **     | 226,57 ns  | 0,0226 **  |
| C x D     | 4  | 71,39**      | 0,31 ns     | 65,12 **    | 0,93 ns     | 0,644**     | 26,46 **   | 13,06 **    | 422,55 **   | 0,38 **     | 1034,88 ** | 0,0244 **  |
| ExD       | 4  | 3,05 ns      | 0,25 ns     | 9,15 ns     | 1,05 ns     | 0,228ns     | 29,76 **   | 9,49 **     | 133,82 ns   | 0,2 **      | 3772,51 ** | 0,0173 **  |
| C x E x D | 4  | 38,75**      | 0,36 ns     | 16,4 ns     | 3,47 **     | 0,069ns     | 11,31 ns   | 4,48 ns     | 207,74 *    | 0,24 **     | 297,89 ns  | 0,0122 **  |
| Blocos    | 5  | 7,88         | 0,14        | 9,25        | 1,11        | 0,124       | 7,73       | 2,36        | 24,95       | 0,046       | 573,07     | 0,0049     |
| Erro      | 95 | 9,61         | 0,26        | 16,77       | 0,7028      | 0,096       | 8,02       | 1,91        | 63,54       | 0,05        | 259,76     | 0,00173    |
| Média     |    | 32,96        | 4,19        | 17,27       | 9,31        | 3,55        | 12,51      | 6,38        | 35,17       | 2,03        | 179,93     | 0,50875    |
| CV%       |    | 9,407        | 12,28       | 23,7        | 8,99        | 8,736       | 22,63      | 21,66       | 22,66       | 11,12       | 8,95       | 8,1918     |

FV: Fonte de Variação; C: Cultivar; E: Estádio; D: Desfolha; ALT: altura de planta; DHP: Diâmetro da haste principal; NVP: número de vagens por planta; NNP: número de nós por planta; CON: Comprimento de Internódios; MTP: Massa total de planta; PROD: produtividade de sementes; NSP: Número de sementes por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 1000 sementes; IC: índice de colheita; CV: coeficiente de variação.

\*\* e \* significativos pelo teste F a pelo menos 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Anexo 4 – Resultado da análise de variância (quadrado médio) das características morfométricas e componentes de produção da cultivar de soja M\_5917\_IPRO, sob efeito de três intensidades de desfolha, e cinco produtos/estratégias de mitigação dos efeitos de desfolha, no município de Lages-SC, 2017.

| FV    | G  | ALT<br>(cm)     | DHP<br>(mm)  | NVP<br>(nº)   | NNP<br>(nº)  | CON<br>(cm)   | NRP<br>(nº) | MTP<br>(g)  | PROD<br>(g) | NSP<br>(nº)  | NSV<br>(nº)  | MMS<br>(g)     | IC<br>(%)    | G%<br>(%)      |
|-------|----|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| D     | 2  | 267,97**<br>s   | 0,7852n<br>s | 60,2300n<br>s | 16,17**<br>s | 0,5633*<br>*  | 44,41*<br>* | 96,34*<br>* | 33,42*<br>* | 309,91n<br>s | 0,0068n<br>s | 11954,27*<br>* | 0,0013n<br>s | 763,80**<br>*  |
| P     | 4  | 1861,4600*<br>* | 0,6350n<br>s | 34,9100n<br>s | 115,12*<br>* | 0,6803*<br>*  | 26,9**<br>* | 2,02ns<br>s | 2,84ns<br>s | 167,06n<br>s | 0,0330n<br>s | 2276,50**<br>* | 0,0037n<br>s | 380,7600*<br>* |
| D x P | 8  | 45,50ns<br>s    | 1,05ns<br>s  | 74,81*<br>s   | 4,37**<br>*  | 0,1017ns<br>s | 1,38ns<br>s | 23,15*<br>s | 9,99*<br>s  | 406,46*<br>s | 0,0399n<br>s | 389,27ns<br>s  | 0,0046n<br>s | 327,9600*<br>* |
| Bloco | 5  | 51,611<br>s     | 1,114        | 253,65        | 1,051        | 0,2722        | 1,937       | 73,731      | 43,487      | 1236,84      | 0,0845       | 749,828        | 0,0187       | 45,688         |
| Erro  | 70 | 17,422          | 0,6074       | 19,958        | 0,932        | 0,0805        | 1,180       | 5,566       | 0,612       | 74,082       | 0,0324       | 445,12         | 0,00495      | 39,307         |
| Média |    | 43,78           | 6,1          | 31,66         | 11,45        | 3,822         | 3,15        | 19,21       | 10,25       | 61,04        | 1,92         | 170,36         | 0,5361       | 72,4           |
| CV%   |    | 9,53            | 12,772       | 14,10         | 8,427        | 7,425         | 34,43       | 12,277      | 7,633       | 14,099       | 9,339        | 12,383         | 12,775       | 8,659          |

FV: Fonte de Variação; D: Desfolha; P: produto/estratégia de mitigação de desfolha; ALT: altura de planta; DHP: Diâmetro da haste principal; NVP: número de vagens por planta; NNP: número de nós por planta; CON: Comprimento de Internódios; NRP: número de ramos por planta; MTP: Massa total de planta; PROD: produtividade de sementes; NSP: Número de sementes por planta; NSV: número de sementes por vagem; MMS: massa de 1000 sementes; IC: índice de colheita; G%: germinação de sementes; CV: coeficiente de variação.

\*\* e \* significativos pelo teste F a pelo menos 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

