

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Eficiência produtiva e deposição de produtos fitossanitários em  
cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen**

Willian Pelisser da Rosa

Passo Fundo

2018

Willian Pelisser da Rosa

Eficiência produtiva e deposição de produtos fitossanitários em cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador:  
Prof. Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas Junior

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

R788e Rosa, Willian Pelisser da  
Eficiência produtiva e deposição de produtos  
fitossanitários em cultivares de soja submetidas à aplicação de  
lactofen / Willian Pelisser da Rosa. – 2017.  
85 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas  
Junior.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de  
Passo Fundo, 2017.

1. Plantas - Efeito dos herbicidas. 2. Soja. 3. Plantas -  
Efeito da radiação solar. 4. Plantas – Reguladores. I. Lamas  
Junior, Geraldo Luiz Chavarria, orientador. II. Título.

CDU: 632.954

# ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

**"EFICIÊNCIA PRODUTIVA E DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE LACTOFEN"**

Elaborada por

Wilian Pelisser da Rosa

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

Aprovada em: 04/05/2017  
Pela Comissão Examinadora

**Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas Junior**  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

**Dra. Eunice Oliveira Calvete**  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

**Dr. Walter Boller**  
FAMV

**Dr. Hélio Carlos Rocha**  
Diretor FAMV

**Dr. João Leonardo Pires**  
Embrapa Trigo

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado forças e não deixado desistir do meu objetivo em nenhum momento, mesmo quando esse parecia estar distante. Aos meus pais, Ivanei e Dirlei, por todos os momentos de incentivos os quais nunca me deixaram desistir dessa jornada, estando sempre ao meu lado me apoiando e me confortando nos momentos difíceis. Ao meu irmão Rafael, pelas inúmeras conversas de apoio e de confiança, que sem dúvida me fizeram seguir em frente na jornada. E a todos os meus familiares que de uma maneira ou outra me apoiaram na busca deste sonho.

Ao meu orientador, professor Dr. Geraldo Chavarria, pela confiança depositada em mim e em meu trabalho, por toda a sua ajuda nas horas mais difíceis dessa jornada contornando as situações e tornando-las mais fáceis. Pela amizade que temos que vai além de uma simples orientação. Meu muito obrigado.

A toda a equipe do Laboratório de Fisiologia Vegetal da FAMV – UPF, por terem de uma forma ou outra me ajudado na condução do trabalho. Por todas as horas de descontração que foram fundamentais para que o trabalho não se torna-se difícil e por nos aproximar ainda mais como amigos. Aos estagiários, Igor Bortolotto, Leonardo Migliorini, Gessyka Kretli e Felipe Moss. Em especial ao Rovani Castelani que me auxiliou em toda a condução e avaliação do trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Mariele Muller e Rafael Giacomim, pelo apoio e companheirismo durante todo o período de estudos. Pelas idéias e apoio científico que fizeram melhorar a qualidade do trabalho.

À CAPES, pelo auxílio financeiro, sem o qual não poderia seguir esse sonho.

A todos os amigos que fiz nesta jornada, levarei seus ensinamentos e conselhos para a vida toda.

Enfim, meu muito obrigado a todos que de uma forma ou outra me apoiaram nessa caminhada, vocês foram parte fundamental para isso estar acontecendo.

## RESUMO

Vários fatores limitam a produtividade da soja acarretando na diminuição do teto produtivo. O crescimento excessivo das plantas é um desses fatores. O objetivo desse trabalho foi avaliar se a utilização do lactofen aumenta a eficiência produtiva da soja. Foram realizados dois experimentos com as cultivares NA 5909 RG e BMX Potência RR. Os delineamentos experimentais utilizados foram em blocos casualizados compostos por quatro tratamentos e cinco repetições: T1: testemunha, T2: aplicação de 140 g i.a./ha de lactofen no estágio fenológico V3, T3: aplicação de 140 g i.a./ha de lactofen no estágio fenológico V6 e T4: aplicação de 70 g i.a./ha de lactofen no estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha de lactofen no estágio fenológico V6. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de nódulos e massa seca de nódulos por planta (g); volume ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ), área superficial específica ( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ), massa seca ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) e comprimento (cm) de raízes; estatura (cm), número de folíolos, número de nós total, produtivos e improdutivos no caule, número de ramificações, diâmetro do caule (mm), comprimento dos entrenós (mm), entre os nós 4°/5°, 5°/6°, 6°/7° e 7°/8° por planta; índice de área foliar (IAF) e área foliar média de cada folíolo ( $\text{cm}^2$ ); interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa ( $\text{mmol m}^2/\text{s}$ ) no estrato superior e inferior do dossel da cultura e coeficiente de extinção da cultura (k); percentual de área coberta e impacto de gotas por  $\text{cm}^2$ , nos diferentes terços, via pulverização; número de legumes e total de legumes por terço, número de falhas de grãos nos legumes e total de falhas de grãos nos legumes por terço, número de grãos e massa de grãos (g) por terços, massa de mil grãos e produtividade de grãos por hectare. A arquitetura das plantas foi influenciada pelos tratamentos, sendo que no estágio fenológico R1 as plantas que receberam aplicação de lactofen apresentaram menor estatura comparando com a testemunha. Para a cultivar NA 5909 RG houve diminuição no IAF. A interceptação da radiação solar no estrato inferior das plantas apresentou acréscimo em todos os tratamentos que receberam aplicação de lactofen. A utilização de lactofen proporcionou aumento expressivo no percentual de cobertura e no número de impacto de gotas por  $\text{cm}^2$  via pulverização nos terços médio e inferior das plantas. A principal influência observada do lactofen se deu no terço inferior das plantas onde ele proporcionou aumento no número de nós produtivos, número de legumes e número de grãos. A utilização do lactofen proporcionou aumento em produtividade para as duas cultivares estudadas. O uso do lactofen aumenta a eficiência produtiva de plantas de soja devido principalmente ao incremento da produção de grãos no terço inferior das plantas.

Palavras-chave: 1. Regulador de crescimento. 2. Arquitetura de plantas. 3. Interceptação da radiação solar. 4. Fotossíntese. 5. Componentes de rendimento.

## ABSTRACT

Several factors limit the productivity of soybeans, leading to a decrease in yield ceiling. Excessive plant growth is one of these factors. The objective of this study was to evaluate if the use of lactofen increases the productive efficiency of soybean. Two experiments were carried out with cultivars NA 5909 RG and BMX Power RR. The experimental design was used in a randomized complete block, with four treatments and five replicates: T1: control, T2: application of 140 g ai/ha of lactofen in the V3 phenological stage, T3: application of 140 g ai/ha of lactofen at the phenological stage V6 and T4: application of 70 g ai/ha of lactofen in the phenological stage V3 + 70 g ai/ha of lactofen in the phenological stage V6. The following variables were evaluated: number of nodules and dry mass of nodules per plant (g); volume ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ), specific surface area ( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ), dry mass ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) and length (cm) of roots; height (cm) number of leaflets, total number of nodes, productive and unproductive in the stem, number of ramifications, diameter of the stem (mm), internodes length (mm), between nodes 4°/5°, 5°/6°, 6°/7° and 7°/8° per plant; leaf area index (LAI) and leaf area of each leaflet ( $\text{cm}^2$ ); Interception of photosynthetically active solar radiation ( $\mu\text{mol m}^2/\text{s}$ ) in the upper and lower strata of the canopy of the culture and extinction coefficient of the culture (k); percentage of area covered and impact of drops per  $\text{cm}^2$ , in the different thirds, via spraying; number of vegetables and total of vegetables per third, number of grain failures in vegetables and total grain failure in vegetables per third, number of grains and mass of grains (g) per thirds, mass of one thousand grains and grain hectare. The plant architecture was influenced by the treatments, and in the phenological stage R1 the plants that received lactofen application presented smaller stature compared to the control. For the cultivar NA 5909 RG, there was a decrease in the LAI. The interception of solar radiation in the lower stratum of plants showed an increase in all treatments that received lactofen application. The use of lactofen provided an expressive increase in the coverage percentage and in the number of drops per  $\text{cm}^2$  by spraying in the middle and lower thirds of the plants. The main influence of lactofen was observed in the lower third of the plants where it provided an increase in the number of productive nodes, number of vegetables and number of grains. The use of lactofen provided an increase in productivity for the

Key words: 1. Growth regulator. 2. Plant architecture. 3. Interception of solar radiation. 4. Photosynthesis. 5. Yield Components.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	<i>Interceptação da radiação solar</i>	14
2.2	<i>Arquitetura de plantas de soja</i>	15
2.3	<i>Deposição de gotas de produtos fitossanitários em folhas de soja</i>	18
2.4	<i>Hormônios e reguladores de crescimento utilizados na soja</i>	20
2.5	<i>Como se define o rendimento da soja</i>	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>26</b>
3.1	<i>Caracterização do sistema radicial e nodulação</i>	27
3.2	<i>Caracterização do crescimento da parte aérea</i>	28
3.3	<i>Caracterização da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa</i>	29
3.4	<i>Caracterização da deposição de gotas</i>	29
3.5	<i>Caracterização dos componentes de rendimento e rendimento de grãos</i>	30
3.6	<i>Análise estatística dos resultados</i>	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>32</b>
4.1	<i>Caracterização do crescimento de raízes, nodulação e parte aérea</i>	32
4.2	<i>Interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa</i>	45
4.3	<i>Deposição de gotas em folhas de soja</i>	48
4.4	<i>Componentes do rendimento e rendimento de grãos</i>	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>77</b>
	<i>Apêndice I - Informações meteorológicas durante o ciclo da cultura da soja na, safra 2015/16</i>	78
	<i>Apêndice II - Estádios fenológicos da cultura da soja segundo Fehr e Caviness (1977)</i>	80
	<i>Apêndice III - Fitotoxidez em folhas de soja causada pelo lactofen</i>	82
	<i>Apêndice IV - Impacto de gotas em cartões hidrossensíveis</i>	84

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil vem se apresentando como um dos principais produtores de grãos do mundo, aumentando sua participação no mercado de outros países e garantindo o abastecimento do mercado interno. Com a produção de grãos da safra 2015/16 ultrapassando a marca de 200 milhões de toneladas, o Brasil se consolida cada vez mais como um grande produtor de alimentos (CONAB, 2016). Dentro desse contexto a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a cultura com maior destaque, e que recebe os maiores investimentos em tecnologia e pesquisa a fim de maximizar as produtividades (MEOTTI et al., 2012).

A obtenção de elevadas produtividades na soja é uma necessidade em virtude dos altos custos de produção e da crescente competitividade imposta pelo mercado, a que todos os produtores estão sujeitos. Para que se atinjam elevadas produtividades é preciso se ater a vários fatores, pois o processo produtivo é uma complexa interação entre os fatores relacionados ao clima, planta, solo e em especial ao manejo (SECCO et al., 2009). Cada vez mais a pesquisa tem se esforçado em obter cultivares com alta estabilidade produtiva, através do melhoramento genético, aprimorando algumas características fisiológicas como índice de colheita e melhoria da eficiência fotossintética (CATUCHI et al., 2012). Esse esforço tem resultado em cultivares com amplitude de épocas de semeadura e com arquitetura de planta e crescimento vegetativo que proporcionam aumento em produtividade (CASAROLI et al., 2007).

A arquitetura de plantas é o principal fator envolvido nesse processo de busca por um ideótipo de planta. É através da arquitetura que a planta expressa os seus locais potenciais para a produção das estruturas produtivas (JIANG et al., 2011). Plantas que possuem arquitetura que dificulta alguns processos como interceptação da radiação solar

fitossinteticamente ativa e deposição de gotas de produtos fitossanitários via pulverização, tendem a perder em potencial produtivo (DEBORTOLI et al., 2012).

Diminuições no potencial produtivo das lavouras de soja são corriqueiras, muitas vezes causadas por fatores relacionados a condições meteorológicas como estresse hídrico, baixa eficiência no controle de pragas, doenças e plantas daninhas e também em alguns casos devido à baixa fertilidade dos solos onde ela é cultivada (JIANG et al., 2011). Outro fator relacionado à redução do potencial produtivo, que também é importante no contexto geral é o crescimento excessivo das plantas, acarretando em plantas com baixa eficiência produtiva. Essa baixa eficiência produtiva é causada principalmente pela baixa eficiência no uso da radiação solar fitossinteticamente ativa (BIABANI; HASHEMI; HERBERT, 2008).

Nesse sentido, o principal problema está relacionado ao autosombreamento, que ocorre sobretudo no terço inferior das plantas de soja (HEIFFIG et al., 2006). Esse autosombreamento faz com que as folhas presentes nesse terço não recebam luz suficiente para sua manutenção e acabem entrando em senescência e caindo. Ocorrendo isso, se tem diminuição do potencial produtivo, em função de que os nós onde essas folhas estavam presentes, não terão mais a capacidade de produção de legumes e por consequência a obtenção de grãos (DALCHIAVON; CARVALHO, 2012).

Em cultivares que apresentam crescimento excessivo ou porte alto, é comum em anos de elevada precipitação pluvial, encontrar os primeiros nós do terço inferior sem nenhum legume, acarretando dessa forma redução no potencial produtivo, visto que os nós superiores não tem a capacidade de compensar a perda de produção de grãos dos nós inferiores (DALCHIAVON; CARVALHO, 2012). Associado com a perda em produtividade em função do autosombreamento vem à dificuldade de se controlar doenças e pragas, em função da dificuldade de depositar produtos fitossanitários no terço inferior das plantas via pulverização (NUYTTENS et al., 2007).

As folhas do terço inferior são as mais prejudicadas por deficiências no controle, principalmente de doenças (RAETANO, 2007). Devido a barreira física imposta pelas

folhas do terço superior as quantidades mínimas de produtos fitossanitários possíveis de se depositar nas folhas dos terços médio e inferior são insuficientes para proporcionar um controle eficaz de pragas e doenças. Com isso é comum observar diminuição no controle de doenças, culminando também na queda prematura das folhas, que podem servir de fonte de inóculo de doenças para as folhas dos terços superiores (CUNHA et al., 2008).

Plantas mais compactas são mais eficientes no uso dos recursos e tendem a ter maior capacidade de suportar elevadas produtividades (LIU et al., 2010). Essa característica de planta torna alguns processos mais eficientes e dentre eles se destaca o uso da radiação solar pelo dossel inferior e um melhor controle de pragas e doenças via pulverização (LIU et al., 2010; BOLLER; FORCELINI; HOFFMANN, 2007). Quando essas características não são adquiridas via melhoramento genético, algumas técnicas de manejo podem ser empregadas na lavoura.

Dentre essas técnicas de manejo se destaca o uso de reguladores de crescimento. Esses reguladores de crescimento atuam na modificação do padrão de desenvolvimento das culturas, interferindo diretamente na quantidade e qualidade dos produtos comercializáveis (LEITE et al., 2011). Diversas substâncias químicas de ocorrência natural nas plantas são as responsáveis pelo controle do crescimento (CAMPOS et al., 2008).

Outros reguladores são sintetizados e agem mimetizando a ação de hormônios na planta ou, interferindo na ação natural desses hormônios (TAYAMA et al., 1992, p. 56). Com o uso de reguladores de crescimento, é possível evitar o crescimento excessivo das plantas de soja, resultando em plantas mais compactas, e com arquitetura mais eficiente no uso da radiação solar, além de proporcionar maior facilidade na chegada de produtos fitossanitários nas folhas do terço inferior.

Além dos reguladores de crescimento outros produtos, que tenham a característica de inibir o crescimento das plantas, diminuir a estatura e modificar a arquitetura podem ser usados (GALLON et al., 2016). Dentre esses produtos se destaca o lactofen, um herbicida de contato, inibidor da enzima protox, seletivo, do grupo éter difenílico

(WICHERT; TALBERT, 1993). Não participa diretamente no processo da fotossíntese, no entanto gera acumulação de compostos fotodinâmicos que causa interferência negativa na fotossíntese, respiração e cadeia de transporte de elétrons (DUKE et al., 1991).

Através dessa característica, o lactofen gera uma fitotoxidez na planta que faz com que ela pare seu crescimento, quebre a dominância apical induzindo a ramificação das plantas (GALLON et al., 2016). A total recuperação das injúrias causadas pelo produto ocorre aproximadamente 20 dias após a aplicação, voltando as plantas ao seu crescimento normal (WICHERT; TALBERT, 1993).

Com isso a hipótese desse trabalho é que o uso do herbicida lactofen em cultivares de soja de estatura alta possa melhorar suas características arquitetônicas, tornando-as mais eficientes fotossinteticamente e aumentando sua produtividade de grãos, sobretudo no terço inferior, no qual essas plantas tem baixa eficiência produtiva. O objetivo geral do trabalho foi avaliar se o lactofen melhora a eficiência produtiva da soja.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Intercepção da radiação solar**

A intercepção da radiação solar pelas plantas de soja está entre os principais fatores envolvidos na definição do potencial produtivo da cultura. A energia necessária para a realização da fotossíntese é oriunda da radiação solar (CASAROLI et al., 2007).

Plantas com adequado suprimento de água e nutrientes tem sua produção de massa seca controlada pela radiação solar. No entanto, nem toda a radiação solar incidente é aproveitada pelas plantas, tendo alguns fatores que interferem nesse aproveitamento como, parâmetros físicos, biológicos e geométricos (SOUZA et al., 2009). O Índice de Área Foliar (IAF) e o Coeficiente de extinção luminosa da cultura (k) são os dois principais fatores que determinam o processo de intercepção luminosa (SILVA et al., 2013).

O k da cultura demonstra a fração de radiação solar ao longo do dossel, devido à menor transmissividade luminosa (PENGELLY; BLAMEY; MUCHOW, 1999). O aumento do IAF promove um incremento na intercepção de radiação solar, até um determinado valor, a partir disso, ocorre o processo de autosombreamento, promovendo um aumento no k que pode variar de 0,5 a 0,6 para a soja durante a média do ciclo (PEREIRA, 2002). Nesse caso, mesmo aumentando o IAF não se tem um incremento na intercepção da radiação solar (SOUZA et al., 2010a).

Para a soja, segundo Schoffel e Volpe (2001) e Pereira (2002), o valor do IAF para interceptar 95% da radiação solar esta em torno de 3,9. Nessa faixa há uma relação linear entre a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada e o acúmulo de fitomassa seca. A demanda de energia solar está ligada desde o processo fotossintético,

crescimento do caule, ramificações e folhas, pegamento de legumes e grãos, até a fixação biológica de nitrogênio (CASAROLI et al., 2007). O total de massa seca produzida pelas plantas de soja é totalmente dependente do percentual de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e da sua eficiente utilização pelo processo fotossintético (GILBERT; ZWIENIECKI; HOLBROOK, 2011).

A radiação solar é caracterizada pelo conjunto de ondas que incidem sobre a superfície terrestre, sendo o comprimento de onda predominante 500 nm (CASAROLI et al., 2007). Devido aos processos de espelhamento e absorção de radiação pela atmosfera apenas 51% do total da radiação que chega ao topo da atmosfera atinge a superfície da terra (SOUZA et al., 2010b). Somente 5% de toda a luz que chega na superfície da terra é aproveitada pelas plantas para realização da fotossíntese, e produção de carboidratos, o restante da luz que é emitida em comprimentos de ondas maiores é perdida na forma de calor (SOUZA et al., 2009). Assim apenas 1,3% da radiação que chega no topo da atmosfera é utilizada pelas plantas para o processo fotossintético (SOUZA et al., 2009).

Quando as plantas de soja são submetidas a baixas intensidades de luz, apresentam menor taxa de crescimento e assimilação líquida de carbono, em contrapartida apresentam um elevado estiolamento, ocasionando redução no potencial produtivo e possível acamamento de plantas (PEREIRA, 2002). Melges et al. (1989) mostraram a importância da interceptação da radiação solar no crescimento e desenvolvimento das plantas de soja. O estudo mostrou que o número de folhas e legumes decresce em função do sombreamento, que a taxa de acúmulo de massa seca em cada órgão é tanto mais elevada quanto maior a densidade de fluxo de radiação solar, até a saturação luminosa.

## **2.2 Arquitetura de plantas de soja**

A arquitetura de plantas é o conjunto de características que definem a forma, tamanho, geometria e estrutura externa da planta, podendo ser definida, também, como a organização tridimensional da estrutura da planta (SOUZA et al., 2013). Para os órgãos aéreos da planta, a angulação da ramificação, o tamanho, formato e posição das folhas,

ramos e órgãos florais constituem a arquitetura de planta (REINHARDT; KUHLEMEIER, 2002).

A arquitetura de plantas é representada pela estatura de plantas, número de ramos por planta e IAF (SOUZA et al., 2013). Plantas de soja podem apresentar tipo de crescimento determinado, indeterminado ou semideterminado. De acordo com Faria, Nepomuceno e Neumaier (2011), cultivares de crescimento determinado não ramificam após o florescimento, produzindo menor número de ramos por planta, apresentam folhas grandes e o tamanho das folhas no terço superior é semelhante ao tamanho dos outros terços da planta. Já cultivares de tipo de crescimento indeterminado crescem e ramificam mesmo após o florescimento, produzindo maior número de ramos, porém com folhas menores. As cultivares de crescimento semideterminado apresentam tanto características de cultivares de crescimento determinado como características de cultivares de crescimento indeterminado (FARIA; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2011).

O crescimento vegetativo da planta de soja se dá com base na emissão de folhas ao longo do caule. Estas plantas possuem ao redor de 16 a 20 nós sob condições edafoclimáticas adequadas de crescimento, cada qual com folhas unifolioladas ou trifolioladas (ROCHA et al., 2012). Em cada nó, há uma gema axilar meristemática que também ocorre nas inserções dos cotilédones e folhas primárias com o caule (SOUZA et al., 2013). A gema axilar pode ficar dormente ou originar estruturas vegetativas ou reprodutivas (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005, p. 13).

A planta de soja apresenta grande plasticidade morfológica (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005, p. 13). Que se trata da habilidade de mudar sua forma ou corpo em resposta a mudança ambiental sem nenhuma mudança genética envolvida. Dentre essas mudanças se destaca a estatura, extremamente importante no que se refere à produção, pois está estreitamente ligada ao número de nós, de acordo com o comportamento característico de cada cultivar os quais vão originar os ramos e as estruturas reprodutivas (PEIXOTO et al., 2000).



Para que se atinjam elevadas produtividades, a planta precisa expressar um número de nós mínimo (número de nós do caule mais os nós dos ramos), pois estes são os lugares potenciais de aparecimento das estruturas reprodutivas (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002). A redução do número de nós nas plantas pode acarretar menor número de flores e menor número de legumes, comprometendo o rendimento final da soja (COSTA, 1996, p. 154).

Na parte aérea das plantas ocorre competição por luz na qual cada planta procura colocar o maior número de folhas e estas em condições privilegiadas no dossel, com o intuito de captar o máximo de radiação solar possível para o processo fotossintético. As plantas fazem isso através da emissão dos ramos e alongamento dos entrenós (SILVA et al., 2013). Com isso, algumas estruturas das plantas podem ser prejudicadas, dentre elas se destacam os entrenós que tornam-se frágeis para suportar o peso das folhas (LINZMEYER et al., 2008). Essa situação pode chegar ao ponto em que os entrenós não resistem à força exercida sobre eles, resultando em acamamento (MUNDSTOK; THOMAS, 2005).

A arquitetura das plantas é um dos principais fatores envolvidos nos aspectos produtivos da soja. Está intimamente ligada ao processo de captação de radiação solar utilizada para a fotossíntese, além de estar envolvida no processo de controle de pragas e doenças, via pulverização através da interceptação dos produtos fitossanitários (DEBORTOLI et al., 2012). Cultivares que possuam arquitetura que dificulte o processo de interceptação de radiação e a deposição de gotas via pulverização, tendem a ter um menor potencial produtivo ou a reduzir o mesmo ao longo do ciclo (TORMEN et al., 2012).

Cultivares que possuam característica de plantas com crescimento excessivo tendem a ter uma diminuição na produtividade do terço inferior, influenciado pela queda de folhas e abortamento de flores e legumes (CAMPOS et al., 2008). Como esse terço não recebe luz suficiente para o processo fotossintético a planta desencadeia uma série de fatores que fazem com que as folhas entrem em senescência e caiam, impossibilitando a formação de legumes e grãos nesses nós (MELGES; LOPES; OLIVA, 1989). Dessa

forma, não é difícil encontrar em cultivares de porte alto, os primeiros nós da base das plantas sem legumes.

Plantas mais compactas, mais equilibradas com uma menor estatura tendem a ser mais eficientes fotossinteticamente, em função da maior facilidade de chegar radiação solar nos terços inferiores (SOUZA et al., 2013). Segundo Liu et al. (2010) o fornecimento de maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontravam no início do florescimento (estádio R1) possibilitou maior quantidade de legumes efetivos no final do ciclo (incremento em mais de 100%) e por consequência aumento na produtividade. Com isso tem-se buscado através do melhoramento genético plantas mais compactas e com arquitetura mais equilibrada, tornando-as assim com maior capacidade de suportar um grande número de legumes e grãos até o momento da colheita (SINGH, 2001).

### **2.3 Deposição de gotas de produtos fitossanitários em folhas de soja**

A deposição correta dos produtos fitossanitários nas folhas de soja é de extrema importância para um controle eficiente de pragas e doenças (BOLLER; FORCELINI; HOFFMANN, 2007). Porém, existem muitos casos de aplicações ineficientes, com excesso ou déficit de produtos fitossanitários no alvo específico, acarretando em sérios problemas para o ambiente e para a eficácia do produto aplicado (NASCIMENTO et al., 2009).

A baixa eficiência nas aplicações de produtos fitossanitários pode ser atribuída à dificuldade de penetração das gotas no dossel vegetativo de uma cultura (FERNANDES; FERREIRA; OLIVEIRA, 2010). O transporte dos produtos fitossanitários para o interior do dossel da cultura é a condição básica para um efetivo controle das doenças (DEBORTOLI et al., 2012). Para a obtenção de alta eficácia na aplicação de um produto fitossanitário, é preciso que ocorra a deposição das gotas pulverizadas sobre o alvo específico, na quantidade e maneira adequada (NUYTTENS et al., 2007).

Nascimento et al. (2009), avaliando a eficiência de controle da ferrugem asiática da soja nos diferentes terços de plantas de soja, encontraram baixa eficiência dos fungicidas, principalmente no terço inferior das plantas. Segundo os mesmos, devido a grande dificuldade de depositar os produtos fitossanitários via pulverização nesse terço. Esses resultados corroboram com os encontrados por Debortoli et al. (2012) que encontraram baixa deposição de gotas de fungicidas no terço inferior das plantas de soja, culminando em baixa eficiência no controle de doenças.

A arquitetura das plantas pode dificultar ou favorecer o processo de deposição de gotas de produtos fitossanitários principalmente nos terços inferiores das plantas. De acordo com Debortoli et al. (2012), a arquitetura de plantas de soja exerce efeito significativo na cobertura e penetração de gotas do tratamento fitossanitário, quanto maior o IAF, maior a dificuldade de penetração da calda pulverizada em todo o dossel.

Avaliando cultivares de soja com distintas arquiteturas, Tormen et al. (2012) encontraram menor quantidade de gotas por cm<sup>2</sup> e maior dificuldade no controle de doenças em cultivares que apresentaram um maior IAF e maior estatura. Segundo os autores o processo de deposição de gotas principalmente na parte inferior do dossel é mais difícil quanto mais as plantas avançam no seu ciclo vegetativo.

Segundo Boller, Forcelini e Hoffmann (2007) em virtude do crescimento excessivo das plantas e rápido fechamento do dossel da cultura, o grande problema para a aplicação de produtos fitossanitários, principalmente para os fungicidas, é a chegada de produto na parte inferior. Como a maioria dos fungicidas não se translocam da parte superior para a inferior das plantas é extremamente importante que a distribuição das gotas pulverizadas seja adequada, caso contrário poderá ocorrer diminuição da eficácia do produto aplicado (CUNHA et al., 2011).

No geral, a parte superior das plantas intercepta uma quantidade de gotas e tem uma maior área coberta, do que realmente é necessário para que se atinja controle satisfatório das doenças (BOSCHINI et al., 2008). Farinha et al. (2009), estudando a deposição de gotas em cultivares de soja no estágio fenológico R1, encontraram depósitos

na região apical quase três vezes superiores aos da região basal. Boschini et al. (2008) também mostraram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior.

Para Cunha et al. (2008), mesmo utilizando fungicidas sistêmicos para o controle de doenças, a cobertura do dossel da soja com os produtos fitossanitários exerce influência direta no controle, acarretando em baixa eficiência dos produtos quando esse processo não for realizado de maneira correta. Ainda segundo eles, estratégias que incrementem a deposição de gotas pulverizadas no dossel são importantes para melhorar a eficiência de controle dos fungicidas. A penetração de gotas no dossel de uma cultura é fator fundamental para o controle químico de doenças, especialmente das que iniciam o processo infeccioso nas folhas do terço inferior, como é o caso da ferrugem asiática da soja (RAETANO, 2007).

De acordo com Farinha et al. (2009), a cobertura das folhas com produtos fitossanitários via pulverização é uma interação entre o tamanho das gotas, densidade das gotas e umidade relativa do ar, porém segundo os autores, o fator mais importante envolvido nesse aspecto está a arquitetura das plantas, a qual interfere diretamente na deposição de gotas nas folhas.

#### **2.4 Hormônios e reguladores de crescimento utilizados na soja**

Os hormônios vegetais são compostos orgânicos que ocorrem de maneira natural nas plantas. São responsáveis por inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos (ALBRECHT et al., 2011). De acordo com Cato e Castro (2006) os hormônios vegetais desempenham papel fundamental em alguns processos de desenvolvimento das plantas como germinação, crescimento vegetativo, fixação de flores e frutos, além de participarem do processo de maturação dos produtos de interesse comercial.

Nos vegetais, a regulação do metabolismo, crescimento e morfogênese na maioria das vezes dependem de sinais químicos, que são transmitidos de uma parte da planta para

outra, os hormônios, que são responsáveis por varios efeitos nas plantas, são esses sinalizadores (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 730). Esses hormônios funcionam como sinais químicos altamente específicos entre as células, sendo capazes de regular o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 731).

Segundo Cato e Castro (2004) essas substâncias de ocorrência natural ou sintética podem ser aplicadas nas plantas de forma direta (folhas, frutos e sementes), a fim de promover alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção e melhorar a qualidade do produto colhido. Por meio dessas substâncias pode-se interferir em processos fisiológicos, tais como, germinação de sementes, vigor inicial das plântulas, crescimento, desenvolvimento radicial e foliar, e na produção de compostos orgânicos (ZHOU et al., 2014). Dentro deste contexto, existem os reguladores de crescimento que são, assim, denominados, para que sejam distinguidos dos hormônios, pois, são substâncias aplicadas exogenamente com o objetivo de influenciar processos fisiológicos, visando ao incremento de produtividade, qualidade dos produtos e a otimização do manejo (RAJALA; PELTONENSAINIO, 2001).

Os reguladores de crescimento, mesmo em pequenas quantidades, podem promover, inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos das plantas (LEITE; CRUSCIOL; SILVA, 2011). Com isso o uso de reguladores de crescimento tem possibilitado a resolução de muitos problemas em nível de campo, melhorando qualitativamente e quantitativamente a produção agrícola (BERROCOSO et al., 2014). Além de caules mais curtos e grossos, plantas tratadas com essas substâncias podem apresentar seu sistema radicial mais vigoroso e as folhas podem se tornar mais curtas, largas e horizontais, bem como aumentar o número de grãos por unidade de área (SETIYONO et al., 2011).

Dentre os reguladores de crescimento, existem também os redutores como o cloreto de clorocolina, cloreto de cloromequate, cloreto de mepiquate, trinexapac-etil, ethephom, lactofen e outros, os quais atuam na redução do crescimento das plantas (RADEMACHER, 2000). Estes reguladores são utilizados com o intuito de tornar as plantas mais adaptadas e eficientes no uso dos recursos ambientais e de insumos

disponíveis, possibilitando a elas suportarem altos rendimentos, são amplamente estudados para gramíneas como trigo (BERTI; ZAGONEL; FERNANDES, 2007), cevada (ESPINDULA et al., 2009) e cana-de-açúcar (LEITE et al., 2011), algodão (NAGASHIMA et al., 2010) e em menor escala para a soja (CORREIA; LEITE, 2012).

O trinexapac-etil atua em gramíneas inibindo a síntese das giberelinas, fazendo com que as plantas sintetizem giberelinas menos eficientes acarretando em redução do alongamento celular e proporcionando engrossando dos entrenós, característica que proporciona redução no acamamento das plantas (FIOREZE; RODRIGUES, 2012). Reguladores de crescimento, como cloreto de cloromequat e cloreto de mepiquat, atuam na primeira etapa da biossíntese da giberelina, atuando em diferentes estágios dessa etapa, bloqueando a síntese do entecaureno (HOPKINS; HÜNER, 2004, p. 256).

Pricinotto e Zucareli (2014) estudaram a utilização do paclobutrazol como regulador de crescimento na soja. Esse produto é um fungicida a base de triazol que tem efeito de um regulador de crescimento, muito utilizado em hortaliças com o intuito de reduzir o tamanho das plantas, induzir o florescimento em frutíferas, na produção de flores e no manejo da altura de plantas de girassol (SELEGUINI et al., 2011). Sua ação como regulador de crescimento nas plantas, está associada à inibição da síntese de giberelina, através da inibição da formação do entecaureno, composto precursor da giberelina, em sua rota de formação (ZHENG; WU; XIA, 2012).

Um hormônio produzido pelas plantas que quando aplicado exogenamente, a partir do produto ethepnom, pode atuar como um regulador de crescimento diminuindo o tamanho do caule em comprimento, e dentre outros efeitos, restringir a translocação de auxinas nas plantas, acarretando em menor divisão e expansão celular é o etileno (FOLONI; CARNEIRO; PIPOLO, 2014). O ethepnom em pH fisiológico, se decompõe rapidamente produzindo etileno que aspergido em solução aquosa é absorvido e transportado no interior da planta, liberando rapidamente o etileno, para que promova seus efeitos, entre eles, inibir o crescimento terminal de algumas plantas, a fim de promover o crescimento lateral e compactar o pedúnculo floral (LEITE et al., 2011).

Outro produto que pode ser usado como regulador de crescimento é o lactofen, um herbicida seletivo pós emergente para controle de espécies latifoliadas na cultura da soja (GALLON et al., 2016). Como seu mecanismo de ação inibe a enzima protoporfirina oxidase (PROTOX), comprometendo a formação de clorofila, carotenóides e a integridade de membranas, pode atuar como um regulador de crescimento através da inibição do crescimento das plantas por meio da fitotoxidez gerada (BOYER, 2011).

## **2.5 Como se define o rendimento da soja**

Na busca por cultivares com elevado potencial de rendimento é necessário entender e identificar os processos que limitam a produtividade e da mesma forma a complexidade das interações entre eles (BARROS et al., 2012). O conhecimento da relação entre características de crescimento e desenvolvimento da planta com os componentes do rendimento é determinante para a definição de um ideótipo de planta (BARROS et al., 2010).

A definição do rendimento da soja está diretamente ligada aos componentes do rendimento que são número de legumes por unidade de área, número de grãos por legume e massa de grãos (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002). O número de legumes é definido pelo número de flores por plantas e a proporção destas que realmente se desenvolvem até legumes (EGLI; CORNELIUS, 2009). O número de flores, por planta é definido pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta (JIANG; EGLI, 1993).

O rendimento de grãos resulta da capacidade da planta interceptar, absorver e utilizar a radiação solar para produzir e fornecer fotoassimilados à formação, fixação e desenvolvimento de estruturas reprodutivas tendo isso uma relação direta com o número de grãos por área (PROULX; NAEVE, 2009). O número de legumes por área influencia mais o rendimento de grãos que o número de grãos por legume (BOARD; MARICHERLA, 2008). A planta ajusta o potencial de rendimento durante o ciclo conforme a disponibilidade de fotoassimilados, inicialmente pelo número de nós, depois

pelo número de flores e, em estádios reprodutivos finais, pelo peso dos grãos produzidos (BARROS et al., 2012).

A energia produzida pelo processo fotossintético é armazenada nas folhas em forma de açúcar e utilizada no início do período reprodutivo para a formação das flores (FAKIR et al., 2011). A alocação dessas reservas para os nós das plantas onde ocorrerá a formação das flores é sinalizada pela citocinina, a qual é responsável pela relação de fonte e dreno na planta (CASTRO et al., 2008). Quanto maior for a disponibilidade de energia a ser alocada para os nós, maior será a produção de flores e maior será o percentual de pegamento de legumes (FAKIR et al., 2011).

Uma menor quantidade de fotoassimilados disponível no estágio de florescimento apresenta influência direta na fixação de flores e legumes acarretando em redução do potencial produtivo da cultura (LIU; JENSEN; ANDERSEN, 2004). A produtividade da soja é limitada pela capacidade de fonte de assimilados no início da fase reprodutiva. Uma restrição dessa fonte mesmo em curtos períodos entre o início do florescimento e enchimento de grãos, causa redução em produtividade, principalmente em função da redução do número de legumes (SOUZA et al., 2014).

Plantas de soja possuem grande capacidade de produzir flores, no entanto, sabe-se que uma fração dessas flores são abortadas, tendo sido relatados extremos entre 27% e 84% (JIANG; EGLI, 1993). Mesmo as cultivares de soja produzindo grande número de flores por inflorescência, devido ao abortamento das mesmas o número de legumes formados é baixo. A posição das flores no racemo também influencia o processo de abscisão floral (SOUZA et al., 2014).

As flores que estão em posição mais afastada do racemo tem maior tendência ao abortamento, comparadas com as flores que estão mais próximas do racemo (WIEBOLD; PANCIERA, 1990). O abortamento das flores que estão mais próximas do racemo é menor que 10% em quanto nas estruturas da posição mais distante é superior a 50% (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002). O entendimento do papel do número de flores e



seu percentual de aborto são fundamentais para a compreensão de como a planta estabelece e expressa sua produtividade (SOUZA et al., 2014).

As características morfológicas, número de ramos por planta, comprimento de ramos e número de nós férteis, tem relação direta com o potencial produtivo da planta, uma vez que estão ligados fortemente com a fotossíntese devido à posição das folhas e da interceptação da radiação solar (ROCHA et al., 2012). No entanto, o número e comprimento dos ramos podem representar gasto adicional de energia, desviando os fotoassimilados oriundos da fotossíntese que seriam utilizados para o processo de fixação de flores e estruturas reprodutivas (SOUZA et al., 2014).

Menor produção de fotoassimilados entre os estádios fenológicos R1 e R5 reduz o rendimento de grãos mais pela redução do número de legumes por nó do que pelo número de grãos por legume (BOARD; HARVILLE, 1993). Para Mundstock e Thomas (2005, p. 19) o número de grãos por legume varia entre um e quatro, sendo mais frequente a ocorrência de dois a três. Reduções no número de legumes e de grãos são parcialmente compensadas por aumentos no peso dos grãos, mas quando a fonte de fotoassimilados é reduzida em função de baixa luminosidade no início do período reprodutivo, o número de grãos por área é reduzido sem alterar o peso dos grãos (EGLI; ZHENWEN, 1991).

O conhecimento das respostas dos componentes do rendimento da planta a disponibilidade de fotassimilados e a identificação do momento em que estes são formados são importantes na seleção de características a serem incorporadas nos genótipos (BOARD; HARVILLE, 1998).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF) na safra 2015/16. A área está situada a uma altitude de 687 metros, latitude 28° 23' S e longitude 52° 38' O. O solo da área caracterizado como um Latossolo Vermelho distrófico húmico, da Unidade de Mapeamento Passo Fundo do Estado do Rio Grande do Sul (STRECK et al., 2008, p. 69). A região apresenta clima subtropical úmido, com chuvas em todos os meses do ano, sendo a precipitação pluvial anual média de 1.788 mm. A média de temperatura nos meses mais frios é de 12 °C, enquanto que nos meses mais quentes é de 22 °C (BURIOL et al., 2007).

Foram implantados dois experimentos cada um com uma cultivar, descritas a seguir; BMX Potência RR, de tipo de crescimento indeterminado, semiprecoce, grupo de maturidade relativa 6.7, porte alto e elevado índice de ramificação; NA 5909 RG, de tipo de crescimento indeterminado, precoce, grupo de maturidade relativa 5.9, porte alto e elevado índice de ramificação.

Os experimentos foram implantados no sistema de semeadura direta, em área de resteva de trigo. A semeadura foi realizada no dia 26/11/2015, sendo que a emergência das plantas ocorreu no dia 5/12/2015. No momento da semeadura realizou-se a adubação com 6 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e tratadas com inseticida e fungicida. No momento da semeadura estabeleceu-se a população indicada recomendada pelos obtentores das cultivares, chegando à densidade populacional de 25 plantas/m<sup>2</sup> e 28 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente para BMX Potência RR e NA 5909 RG. Os demais manejos da cultura foram realizados de maneira preventiva de acordo com as recomendações técnicas (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2014).

Cada parcela experimental foi composta por sete linhas de semeadura, com 9,0 m de comprimento, distanciadas 0,45 m entre si. A primeira e a sétima linha serviram de bordaduras e os 3,0 m no fim de cada parcela foram utilizados para as avaliações destrutivas e os 6,0 m restantes para estimar o rendimento.

O regulador de crescimento utilizado foi o lactofen, um herbicida inibidor da enzima protox, seletivo, de contato do grupo éter difenílico, concentração de 240 g i.a./L. Os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos casualizados (DBC), e constituídos de quatro tratamentos e cinco repetições: T1: testemunha, T2: aplicação de 140 g i.a./ha de lactofen em estágio fenológico V3, T3: aplicação de 140 g i.a./ha de lactofen em estágio fenológico V6 e T4: aplicação de 70 g i.a./ha de lactofen em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha de lactofen em estágio fenológico V6, segundo a escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1977).

A aplicação do lactofen foi realizada com pulverizador costal, pressurizado com CO<sub>2</sub> (Herbicat®, HB PES 003), munido de barra com quatro pontas de pulverização de jato plano de impacto da série Teejet® TT110015, as quais produziram gotas de categoria média (ASAE, 2000). O Espaçamento entre os bicos foi de 0,50 m, a uma pressão de serviço constante de 250 kPa, regulado para um volume de calda de 150 L/ha.

### **3.1 Caracterização do sistema radicial e nodulação**

Para avaliação da nodulação foram realizadas duas coletas, em estágio fenológico V3 e outra em V6. Em ambas as avaliações realizou-se a coleta de 10 plantas por parcela, sendo que os parâmetros avaliados foram, número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta (g), mediante secagem em estufa (MA035/5), a temperatura constante de 60 °C até a obtenção de massa constante.

Para avaliação das raízes se realizou a coleta das amostras em estágio fenológico R5.1. Foram coletadas amostras na forma de monólito de área conhecida, seguindo metodologia proposta por Böhm (1979, p. 97). As amostras foram constituídas de 0,3 m de profundidade e 0,45 m x 0,45 m de largura. A largura foi avaliada a partir da medida

referente ao espaçamento entre linhas utilizada na semeadura, sendo coletado 0,225 m para cada lado da linha de semeadura. Após a coleta do monólito de solo, realizou-se a lavagem das raízes para retirada do solo utilizando-se mesas metálicas, que apresentavam peneiras metálicas. Com auxílio de jatos de água corrente o solo foi removido da amostra sem causar fragmentação das raízes durante o processo. Uma vez limpas, as amostras foram submetidas às seguintes avaliações: volume ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ); área superficial específica ( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ), massa seca ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) e comprimento (cm). Os resultados foram extrapolados para 1  $\text{m}^2$  de solo na profundidade da coleta, de 0,3 m.

Para as avaliações de volume e área superficial específica, utilizou-se o método de análise de imagens através do Sistema de Análises de Fibras e Raízes - SAFIRA. Para isso, foram obtidas imagens digitais das amostras de raízes utilizando câmera fotográfica digital (Sony Cyber-Shot DSC-W530). As imagens foram exportadas para o computador, no qual se realizou a análise das imagens. A massa seca de raízes foi obtida através da secagem em estufa a 60 °C até a obtenção de massa constante. O comprimento das raízes foi obtido através de medida simples com régua.

### **3.2 Caracterização do crescimento da parte aérea**

Foram realizadas avaliações da estatura de plantas (cm) em dois estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura, R1 e R5.1. Em ambos os estádios foram escolhidas 10 plantas aleatoriamente em cada parcela e medidas com trena, da base da planta até o último nó com trifólio totalmente expandido.

No estádio fenológico R5.2 de desenvolvimento da cultura se realizou a coleta de 10 plantas em sequência na linha de plantio para a realização das seguintes avaliações: número de folíolos por planta, IAF, área foliar média de cada folíolo ( $\text{cm}^2$ ), número total de nós no caule, nós produtivos no caule (nós com legumes totalmente desenvolvidos), nós improdutivos no caule (nós sem legumes desenvolvidos) e número de ramificações no caule (ramificações com no mínimo um nó).

O IAF foi mensurado com o auxílio de um integrador de área foliar (LI COR-31000C). O valor obtido com as dez plantas foi extrapolado para 1 m<sup>2</sup> de solo. A área foliar média de cada folíolo foi mensurada através da divisão da área foliar da planta pelo número de folíolos por planta. Para a contagem do número de nós por planta se excluiu o primeiro nó da base da planta, assim como para o número de nós produtivos e improdutivos.

Nesse mesmo momento foi mensurado o diâmetro do caule (mm) entre o primeiro e o segundo nó na base da planta, utilizando-se um paquímetro digital (EC799), e o tamanho dos entrenós (mm) entre os nós 4°/5°, 5°/6°, 6°/7° e 7°/8°, também utilizando o paquímetro digital.

### **3.3 Caracterização da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa**

A partir do estágio fenológico R1 realizou-se a leitura da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa no estrato superior e inferior do dossel da cultura e o coeficiente de extinção da cultura (k). A leitura da interceptação da radiação solar nos estratos superior e inferior foi realizada da seguinte forma: o total de radiação interceptada no terço superior menos o interceptado no terço médio, apresentando o valor do estrato superior, e esse resultado menos a interceptação do terço inferior apresentando o valor do estrato inferior. Essas leituras foram realizadas com o auxílio de uma barra de radiação (Ceptômetro AccuPAR, LP-80) a qual era posicionada na entrelinha da cultura nos diferentes terços. Foram realizados 10 dias de leitura a partir do estágio R1, respeitando-se sempre o horário do meio dia (12 horas) e com céu totalmente limpo (MOOJEN et al., 2012). Os resultados obtidos foram expressos em mmol m<sup>2</sup>/s.

### **3.4 Caracterização da deposição de gotas**

Para a avaliação da deposição de gotas de produtos fitossanitários, se realizou a aplicação de calda somente com água, com auxílio de pulverizador mecanizado (Jacto, CONDOR 600 M12), equipado com pontas de pulverização de jato plano de impacto da

série Teejet® TT110015, as quais produziram gotas de categoria média (ASAE, 2000). A velocidade de trabalho foi de 6,0 km/h, de forma a se obter um volume pulverizado de 150 L/ha. No momento da aplicação as plantas se encontravam no estágio fenológico R2 (plena florada).

No momento da pulverização para cada um dos tratamentos, se colocou um cartão hidrossensível (SYN7626) em cada terço das plantas (superior, médio e inferior), os quais foram fixados por uma haste de ferro presa no chão da entrelinha de semeadura. O cartão teve como finalidade avaliar a deposição de gotas da calda fitossanitária sobre os terços (NASCIMENTO et al., 2013). Posterior à aplicação os cartões foram identificados e armazenados em envelopes de papel para leitura do percentual da área coberta e do número de gotas por cm<sup>2</sup>. A leitura dos cartões e posterior avaliação dos dados se deu através do programa DropScope®.

### **3.5 Caracterização dos componentes de rendimento e rendimento de grãos**

No estágio de maturação de grãos, escolheu-se, aleatoriamente, dez plantas de cada parcela, com as quais foram estimadas as variáveis relacionadas aos componentes do rendimento os quais foram estratificados por terços (superior, médio e inferior), através da medida do tamanho total das plantas e posterior divisão em três partes iguais. As variáveis avaliadas foram as seguintes: número de legumes por terço e total de legumes por planta; número de falhas de grãos nos legumes por terço e total de falhas de grãos nos legumes por planta; número de grãos e massa de grãos por planta nos diferentes terços.

Para a determinação do rendimento de grãos (kg/ha), realizou-se a colheita com uma colhedora de parcelas (SEMINA, M1400). As amostras foram pesadas, corrigidas a umidade para 13% e calculando o rendimento de grãos por ha. A massa de mil grãos foi mensurada no momento da colheita coletando-se uma amostra e contando-se 250 grãos e corrigindo a mesma para 13% de umidade.

### **3.6 Análise estatística dos resultados**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico CoStat<sup>®</sup>.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Caracterização do crescimento de raízes, nodulação e parte aérea**

A aplicação de lactofen nos distintos estádios fenológicos e doses não modificou o número e massa seca de nódulos por planta para a cultivar NA 5909 RG, sendo que o número de nódulos e a massa seca de nódulos na avaliação em V3 foi de 30 e 0,1 g respectivamente. Já, para a avaliação em V6 os valores foram de 55 e 0,3 g (Tabela 1). Segundo Souza et al. (2008), para que ocorra uma eficiente fixação biológica de nitrogênio (FBN) é necessário que se tenha entre 15 a 30 nódulos por planta com uma massa seca de 0,1 a 0,2 g entre os estádios V3 e V6 . Sendo assim o número de nódulos e a massa seca encontrados no presente estudo são considerados suficientes para o processo da FBN. Esses resultados mostram que mesmo com a fitotoxidez gerada pelo lactofen nas plantas, não houve interferência no processo simbiótico e na formação dos nódulos. Um estresse causado na planta decorrente de uma fitotoxidez, em estádios fenológicos iniciais (V2 a V4) onde se inicia a infecção da bactéria com a raiz pode ser prejudicial para a FBN (TIRONI et al., 2009). No entanto, nesse estudo, observa-se que o lactofen não causou efeito negativo.

O estágio fenológico de desenvolvimento das plantas quando inicia o processo de simbiose (V2 – V4) (TIRONI et al., 2009), também é o melhor estágio para se fazer uso de reguladores de crescimento. Nesse momento ocorre a definição do número de nós por plantas e é o momento que se tem a maior concentração de auxina no ápice das plantas (LIU et al., 2010). Dessa forma, interferindo no desenvolvimento das plantas nesse estágio, se tem os maiores efeitos na modificação da arquitetura e mudança nos padrões de crescimento. Com isso, produtos que não causem efeito no processo de FBN levam vantagem sobre os demais.



Monteiro et al. (2012) aplicando diferentes herbicidas na cultura do feijoeiro também não encontraram influência negativa na nodulação das plantas, tanto no número de nódulos quanto em massa seca de nódulos. Diferentes doses do herbicida glifosato foram testadas em plantas de soja objetivando avaliar a influência na nodulação, porém somente em doses maiores que as recomendadas houve influência na nodulação (KING; PURCELL; VORIES, 2001).

Tabela 1 – Número e massa seca de nódulos em duas cultivares de soja submetidas á aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Primeira avaliação V3</b>		<b>Segunda avaliação V6</b>	
	<b>Nº de nódulos</b>	<b>Massa seca (g)</b>	<b>Nº de nódulos</b>	<b>Massa seca (g)</b>
T1	29,2 <sup>ns*</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	55,8 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
T2	30,8	0,1	53,1	0,3
T3	30,4	0,1	62,0	0,3
T4	28,2	0,1	63,1	0,3
<b>C.V. (%)</b>	<b>12,6</b>	<b>14,9</b>	<b>11,1</b>	<b>12,3</b>
<b>BMX Potência RR</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Primeira avaliação V3</b>		<b>Segunda avaliação V6</b>	
	<b>Nº de nódulos</b>	<b>Massa seca (g)</b>	<b>Nº de nódulos</b>	<b>Massa seca (g)</b>
T1	23,4 <sup>ns*</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	80,6 <sup>ns</sup>	0,3 a
T2	24,3	0,1	61,5	0,2 c
T3	24,9	0,1	80,7	0,3 ab
T4	25,5	0,1	63,8	0,3 bc
<b>C.V. (%)</b>	<b>8,1</b>	<b>14,2</b>	<b>21,9</b>	<b>14,8</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- Testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

A cultivar BMX Potência RR não sofreu interferência dos tratamentos em relação ao número de nódulos por planta, para ambos os estádios avaliados, apresentando na média dos tratamentos 24 e 70 nódulos, respectivamente, para V3 e V6 (Tabela 1). A massa seca de nódulos na avaliação em V3 não apresentou diferença entre os tratamentos, já na avaliação em V6 houve diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento T2 com 0,2 g o que apresentou o menor valor, sendo a testemunha com 0,3 g o maior valor

apresentado (Tabela 1). Embora o tratamento que recebeu aplicação de lactofen ter apresentado redução na massa seca de nódulos os valores obtidos estão de acordo com a literatura para uma FBN eficiente (SOUZA et al., 2008).

Resultados de pesquisa avaliando a eficiência da FBN em plantas de soja RR após o uso do herbicida glifosato divergem dos resultados desse estudo. Serra et al. (2011) encontraram redução de até 50% no número de nódulos e na massa seca, em plantas submetidas a aplicação de glifosato em V3, confirmando os dados de Reddy e Zablutowicz (2003) que encontraram redução do número de nódulos em plantas de soja submetidas ao herbicida glifosato.

Esse prejuízo na FBN mediante aplicação de glifosato ocorre devido à interferência do herbicida no metabolismo da bactéria na planta ou em ambos (ARRUDA; LOPES; BACARIN, 2001). A causa deste comportamento é a menor produção de fotoassimilados pela planta restando menor quantidade para ser alocada para os nódulos, pois é dos fotoassimilados que vem a energia essencial para a formação e manutenção da enzima nitrogenase (TIRONI et al., 2009). A maior interferência desses compostos ocorre quando eles agirem na biossíntese de aminoácidos ou nas rotas metabólicas comuns as plantas e aos microrganismos (SANTOS, 2006).

Esses efeitos negativos causados pelo glifosato não são observados para o lactofen como visto nesse trabalho, muito em função da maneira como o produto age na planta. O lactofen é um produto de contato que gera fitotoxidez nas plantas causando morte das células. No entanto, rapidamente as plantas tem recuperação total dessa fitotoxidez, gerando gasto energético, mas sem interferência nos demais processos fisiológicos (WICHERT; TALBERT, 1993). Com isso o lactofen não tem nenhuma ação na bactéria simbiote, portanto, não tendo influência na FBN.

Interferência na FBN pela ação de herbicidas pode variar de acordo com a época e dose de aplicação. Reddy e Zablutowicz (2003) encontraram redução do acúmulo de matéria seca de nódulos sem que houvesse redução no número de nódulos acumulados em cultivares de soja submetida à aplicação de glifosato. Da mesma forma, esses

resultados foram observados neste trabalho, o qual para a cultivar BMX Potência RR na avaliação em estágio fenológico V6, não apresentou diferença entre os tratamentos em relação ao número de nódulos mas apresentou diferença na massa seca (Tabela 1).

As variáveis da caracterização do crescimento radicial apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos, independente da cultivar (Tabela 2). O volume de raízes não sofreu interferência em função dos tratamentos para a cultivar NA 5090 RG apresentando um volume de aproximadamente 260 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. No entanto, para a cultivar BMX Potência RR, o tratamento T4 apresentou um volume de raízes menor (188 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) que os demais tratamentos que mostraram um valor em média de 235 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (Tabela 2).

Tabela 2 – Crescimento radicial por planta de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5090 RG</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>A.S.E. (cm<sup>2</sup>)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Massa seca (g)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Comprimento (cm)</b>
T1	270,6 <sup>ns</sup>	5557,8 b	63,4 <sup>ns</sup>	29,0 a*
T2	247,9	6840,8 ab	60,1	28,0 a
T3	252,8	5512,9 b	57,3	22,3 b
T4	265,6	7917,1 a	65,1	21,2 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>12,5</b>	<b>16,8</b>	<b>9,0</b>	<b>13,2</b>
<b>BMX Potência RR</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>A.S.E. (cm<sup>2</sup>)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Massa seca (g)/(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Comprimento (cm)</b>
T1	246,7 a	6533,2 b	63,9 a	22,8 <sup>ns*</sup>
T2	228,1 a	5317,3 c	57,4 ab	26,8
T3	231,1 a	3773,5 d	47,9 c	27,3
T4	188,6 b	8033,6 a	52,8 bc	24,9
<b>C.V. (%)</b>	<b>11,6</b>	<b>11,5</b>	<b>9,7</b>	<b>12,4</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. A.S.E.: Área Superficial Específica. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- Testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T4 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Esses resultados podem estar associados ao desvio de energia, a qual seria usada pela planta para o crescimento de raízes e foi direcionada para a recuperação da fitotoxidez gerada pelo lactofen. Santos (2007) encontrou redução no crescimento de raízes de soja submetidas a elevadas doses do herbicida glifosato, mostrando que uma

interferência ou uma fitotoxidez gerada nas plantas, pode acarretar em um menor crescimento de raízes.

Para a área superficial específica (ASE) de raízes na cultivar NA 5909 RG os tratamentos T4 e T2 foram os que apresentaram os maiores valores, 6840 e 7917 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> respectivamente (Tabela 2). O aumento na ASE das raízes tem grande benefício, pois aumenta a capacidade de exploração do solo, possibilitando maior acesso à água e nutrientes (LYNCH, 2007). Em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) o aumento médio da área superficial radicial representou vantagem competitiva para a cultura, pois aumentou a área de exploração do solo pelas raízes aumentando também o acesso à água e aos nutrientes (VASCONCELOS; CASAGRANDE, 2008, p. 345).

Para a cultivar BMX Potência RR a ASE de raízes foi distinta para cada um dos tratamentos, sendo que o tratamento T4 foi o que apresentou a maior ASE, 8033 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e o tratamento T3 a menor, com 3773, esses valores representam variabilidade de aproximadamente 46% entre os dois, tratamentos mais distintos (Tabela 2). A área de superfície radicial é considerada a principal determinante do fluxo de íons do solo para as raízes das plantas (CAASSEN; BARBER, 1976). Dessa forma, infere-se que os resultados apresentados os quais demonstram um aumento da ASE geram vantagens para as plantas no que diz respeito à competição por água e nutrientes, visto que exploram maior área de solo.

A massa seca de raízes não apresentou nenhuma diferença em função dos tratamentos, para a cultivar NA 5909 RG, apresentado em média 60 g/m<sup>2</sup>. No entanto, para a cultivar BMX Potência RR, o tratamento T1 foi o que apresentou maior massa seca, 64 g/m<sup>2</sup> e o tratamento T3 a menor, 48 g/m<sup>2</sup> (Tabela 2). Aplicações em pós-emergência de glifosato na soja afetaram a massa seca das plantas, sendo isso mais sentido nas raízes. Os menores valores de biomassa radicial foram observados nos tratamentos em que receberam as maiores doses do herbicida (SANTOS, 2007).

Os tratamentos T1 e T2 foram os que apresentaram o maior comprimento de raízes para a cultivar NA 5909 RG, 29 e 28 cm respectivamente contra 22 e 21 cm dos

tratamentos T3 e T4 (Tabela 2). A cultivar BMX Potência RR não apresentou diferença entre os tratamentos apresentando um valor de 25 cm em média (Tabela 2). Quanto maior o desenvolvimento de raízes em profundidade maior será a capacidade de em condições de estresse hídrico essas plantas irem buscar água em profundidade (LYNCH, 2007).

A estatura das plantas no estágio fenológico R1, foi influenciada em ambas cultivares (Tabela 3). A maior interferência se deu nos tratamentos T2 e T4, os quais apresentaram maior redução em estatura principalmente quando comparados com a testemunha, na qual as plantas da cultivar NA 5909 RG apresentaram valores em média de 52 cm para os tratamentos T2 e T4 e 58,4 cm para a testemunha, BMX Potência RR uma estatura média de 55 cm para os tratamentos T2 e T4 e 61,6 cm para a testemunha (Tabela 3). Esses resultados mostram redução de 12,4 e 14,4% em estatura comparado com a testemunha respectivamente para as cultivares NA 5909 RG e BMX Potência RR.

Resultados se assemelham aos encontrados por Cato e Castro (2006), que observaram redução de 54% na estatura de plantas de soja tratadas em estágio fenológico V5 com o ácido 2,3,5 triiodobenzóico. O mesmo foi obtido por outros autores, que verificaram diminuição no crescimento vegetativo da soja, com redução no comprimento dos entrenós de plantas tratadas também com o ácido 2,3,5 triiodobenzóico (GLAPP, 1973).

Seguindo a mesma tendência desse trabalho, Souza et al. (2002) encontraram redução de 5,7 a 10,5% na estatura das plantas tratadas com lactofen comparado com a testemunha. Já, Forns e Devani (1999), discordam desses resultados os quais não encontraram influência do herbicida lactofen na estatura de plantas de soja em trabalho repetido por três anos.

Tabela 3 – Crescimento vegetativo de plantas de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

NA 5909 RG					
Tratamento	Estatura	Estatura	Nº de folíolo/	Área foliar	IAF

	<b>R1 (cm)</b>	<b>R5.2 (cm)</b>	<b>Planta</b>	<b>média/ folíolos (cm<sup>2</sup>)</b>	
T1	58,4 a *	85,9 ab	85,5 ab	25,9 <sup>ns</sup>	4,9 a
T2	51,4 bc	83,5 b	94,4 a	22,5	4,1 b
T3	53,2 b	87,2 a	92,2 ab	24,3	4,6 ab
T4	51,1 c	82,8 b	82,0 b	23,2	4,4 ab
<b>C.V. (%)</b>	<b>2,55</b>	<b>2,9</b>	<b>9,1</b>	<b>10,1</b>	<b>10,6</b>
<b>BMX Potência RR</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Estatura R1 (cm)</b>	<b>Estatura R5.2 (cm)</b>	<b>Nº de folíolo/ Planta</b>	<b>Área foliar média/ folíolos (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>IAF</b>
T1	61,6 a *	110,0 a	59,6 <sup>ns</sup>	37,4 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>
T2	55,1 bc	104,4 ab	55,2	29,9	4,9
T3	57,9 b	104,0 ab	54,4	35,9	4,7
T4	52,7 c	102,4 b	52,8	34,3	4,2
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>	<b>18,6</b>	<b>17,8</b>	<b>12,2</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. IAF: índice de área foliar. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R1 - uma flor aberta em qualquer nó do caule. R5.2 - legumes nos últimos quatro nós do caule com 25% da granação máxima. Tratamentos: T1- Testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio V6. \* - médias por planta.

Quando avaliada a estatura em estágio fenológico R5.2, observa-se que a influência dos tratamentos diminuí. Ocorre recuperação da estatura naquelas plantas que apresentavam menor estatura no estágio fenológico R1 (Tabela 3). Mesmo assim, pode se perceber que a testemunha ainda é a que apresenta maior estatura nesse fim de ciclo, mostrando que o lactofen afeta a estatura das plantas até o final do ciclo (Tabela 3).

Rodrigues, Ono e Foloni (1998), aplicando o regulador de crescimento uniconazole em plantas de soja não encontraram redução na estatura em comparação com a testemunha. Da mesma forma Campos et al. (2008) não relataram redução em estatura das plantas de soja, aos 105 dias após a emergência quando essas foram submetidas a aplicação de cloreto de mepiquat. A redução em estatura causada pelo lactofen é mais visível até a o estágio fenológico de floração (R1), como observado nos resultados (Tabela 3).

É no período da floração em que as plantas mais necessitam de luz para poderem fazer fotossíntese em larga escala e expressar seu máximo potencial produtivo (LIU et

al., 2010). Nesse sentido, uma redução em estatura nessa fase, como apresentado nesse estudo, torna-se interessante e traz efeitos positivos em produtividade.

O número de folíolos por planta apresentou diferença significativa entre os tratamentos para a cultivar NA 5909 RG, sendo que o tratamento T2 com 94 folíolos por planta foi o que apresentou maior número (Tabela 3). Para a cultivar BMX Potência RR essa variável não apresentou diferença entre os tratamentos, tendo as plantas em média 55 folíolos (Tabela 3). O efeito dos tratamentos na área foliar média de cada folíolo não foi observado em nenhuma das cultivares, ficando os valores em torno de 24 e 34 cm<sup>2</sup> respectivamente para as cultivares NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 3).

Para o IAF a testemunha apresentou o maior valor 4,9 diferindo estatisticamente somente do tratamento T2 com um valor de 4,1 para a NA 5909 RG. Para a cultivar BMX Potência RR essa variável não apresentou influência dos tratamentos, tendo um valor em média de 4,5 (Tabela 3).

Esses resultados se assemelham aos de Campos (2005), que afirma que o IAF da soja foi pouco influenciado pelos diferentes reguladores de crescimento utilizados na cultura. Utilizando o regulador de crescimento trinexapac-etil em plantas de soja, também se observou que o IAF não foi afetado (LINZMEYER et al., 2008). No entanto, Wichert e Talbert (1993) encontraram redução na taxa de crescimento e diminuição de 30% no IAF na cultura da soja, quando essa foi submetida a aplicação do lactofen. Concordando parcialmente com os resultados desse trabalho, no qual a aplicação do lactofen em estágio fenológico V3 diminuiu em 18% o IAF da soja em comparação com a testemunha, para a cultivar NA 5909 RG (Tabela 3).

Para se obter melhor eficiência na interceptação de luz pelo dossel, o IAF da soja dever estar entre 3,5 e 4. Assim, não há problemas de falhas no fechamento da cultura, ou de sombreamento excessivo de folhas (LIU et al., 2008). Analisando os resultados do estudo realizado percebe-se que as duas cultivares, independente da interferência causada pelos tratamentos, apresentam IAF mais elevado do que o considerado como ideal pela literatura (PEREIRA, 2002).

Nota-se, na Tabela 3, que para a cultivar NA 5909 RG, o tratamento T2 foi o que apresentou o menor IAF. Em contrapartida, esse mesmo tratamento foi o que apresentou o maior número de folíolos por planta. Consequentemente pode-se afirmar que o lactofen foi eficiente em reduzir o IAF das plantas porém não diminuiu o número de folíolos. Essa observação pode estar relacionada com a quebra da dominância apical proporcionada pelo lactofen, que fez com que houvesse maior disponibilidade de carboidratos para os nós do terço inferior, proporcionando maior número de folíolos por planta, embora esses com menor tamanho, o que fez com que diminuísse o IAF.

Essa diminuição no IAF é interessante nesse contexto, uma vez que possibilita menor sombreamento entre plantas. Um elevado IAF causa uma série de problemas para a cultura, além de que o autosombreamento causa dificuldade muito grande para se realizar o controle de pragas e doenças que se alojam no terço inferior das plantas, além de ocasionar um gasto desnecessário de energia via respiração para manter as folhas deste terço (HEIFFIG et al., 2006).

O número de nós por planta não sofreu interferência dos tratamentos para ambas as cultivares estudadas, apresentando em média 17 e 20 nós respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 4). A definição do número de nós na cultura da soja ocorre a partir do estágio V4, através de vários fatores que estão envolvidos nesse processo como nutrição mineral, estresse hídrico, mas principalmente por fatores hormonais, nos quais as auxinas e as citocininas são os dois hormônios responsáveis (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 398).

A aplicação dos tratamentos se deu exatamente no momento em que as plantas passavam pelo momento de definição do número de nós. No entanto, os resultados mostram que mesmo as plantas que passaram pelo estresse causado pelo lactofen, o número de nós se manteve, não sofrendo interferência. É extremamente importante que nenhum produto aplicado na soja tenha influência no número de nós, pois estes são um dos principais componentes de rendimento da cultura. Qualquer influência negativa no número de nós, poderá refletir diretamente na produtividade (BAHRY et al., 2013).



Tabela 4 – Estruturas reprodutivas de duas cultivares de soja submetidas á aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016.

<b>NA 5909 RG</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Nº de nós/planta</b>	<b>Nº de nós produtivos/planta</b>	<b>Nº de nós improdutivo/planta</b>	<b>Nº de Ramificações</b>
T1	17,9 <sup>ns*</sup>	14,8 b	3,1 a	7,5 a
T2	17,6	14,8 b	2,7 ab	7,4 a
T3	18,2	16,3 a	1,9 b	7,7 a
T4	17,1	14,9 b	2,1 ab	4,7 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>26,4</b>	<b>16,1</b>
<b>BMX Potência RR</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Nº de nós/planta</b>	<b>Nº de nós produtivos/planta</b>	<b>Nº de nós improdutivo/planta</b>	<b>Nº de Ramificações</b>
T1	19,9 <sup>ns*</sup>	14,2 <sup>ns</sup>	5,6 a	4,7 <sup>ns</sup>
T2	20,4	15,9	4,6 b	5,2
T3	20,0	14,6	5,5 a	5,7
T4	20,4	15,2	5,6 ab	5,8
<b>C.V. (%)</b>	<b>4,2</b>	<b>8,7</b>	<b>11,6</b>	<b>15,5</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Para que se atinjam elevadas produtividades na soja, as plantas precisam expressar um número mínimo de nós no caule (15 a 20), pois estes são os lugares onde serão formadas as estruturas reprodutivas (BAHRY et al., 2013). Uma redução no número de nós por plantas pode acarretar em um menor número de flores e por consequência um menor número de legumes, podendo assim comprometer o rendimento final (COSTA, 1996, p. 108). Analisando os dados do estudo percebe-se que o número mínimo de nós por planta para que essas expressem seu potencial produtivo está de acordo com o proposto pela literatura.

Souza et al. (2013), testando diferentes reguladores de crescimento na cultura da soja não encontraram diferença entre tratamentos para a variável número de nós por planta. No entanto, os mesmos autores realizando o mesmo trabalho com a cultura do feijão, encontraram redução no número de nós, mas sem que essa redução causasse diminuição no rendimento de grãos.

Para o número de nós produtivos por planta, ou seja, aqueles que apresentavam legumes desenvolvidos no estágio fenológico R5.1, somente a cultivar NA 5909 RG apresentou diferença entre os tratamentos, sendo que o tratamento T3 com 16 nós produtivos foi o que apresentou o maior número. Os demais tratamentos tiveram em média 15 nós produtivos (Tabela 4). Para a cultivar BMX Potência RR não houve diferença significativa entre os tratamentos apresentando em média 15 nós produtivos por planta (Tabela 4).

O aumento do número de nós produtivos por planta, que por consequência pode proporcionar maior número de legumes, permitindo alcançar maiores produtividades, são parâmetros usados para a seleção de cultivares mais produtivas (CARVALHO et al., 2002). Técnicas de manejo que favoreçam o aumento no número de nós podem gerar aumento no número de racemos, por consequência maior número de flores e, possivelmente maior número de legumes com sementes (KLAHOLD et al., 2006).

Quanto ao número de nós improdutivos por planta, houve diferença entre os tratamentos para ambas as cultivares (Tabela 4). Embora os tratamentos não tenham gerado tanta influência nessa variável, observa-se que a testemunha quando comparada com o tratamento T3 para a cultivar NA 5909 RG é a que apresenta o maior valor, com 3,1 nós improdutivos, contra 1,9 (Tabela 4).

Da mesma forma acontece com a cultivar BMX Potência RR sendo a testemunha com o maior valor em comparação com o tratamento T2, 4,6 e 5,6 nós improdutivos respectivamente. Esses resultados se devem em função da testemunha também ter apresentado maior estatura (Tabela 3), conseqüentemente teve um maior autosombreamento principalmente no terço inferior, fazendo que as folhas presentes nesses nós entrassem em senescência e caíssem, eliminando assim a possibilidade desses nós produzirem legumes.

A variável número de ramificações, apresentou diferença entre os tratamentos, somente para a cultivar NA 5909 RG. O único tratamento que diferiu dos demais foi o tratamento T4 o qual apresentou o menor número de ramificações, 4,7, sendo que os

demais tratamentos apresentaram em média 7,5 (Tabela 4). A cultivar BMX Potência RR apresentou em média 5 ramificações por plantas (Tabela 4).

Com a utilização do lactofen, a hipótese era que houvesse uma quebra da dominância apical e conseqüentemente um aumento das ramificações por planta. No entanto isso não ocorreu. Como as plantas tiveram rápida recuperação das injúrias causadas pelo herbicida, esse efeito de aumento das ramificações não foi visualizado. O fato de o tratamento T4 da cultivar NA 5909 RG ter apresentado um valor menor que os demais para essa variável, pode estar relacionado, que nesse caso foram realizadas duas aplicações de lactofen, ocorrendo assim a inibição do desenvolvimento das ramificações.

Os dados obtidos parcialmente vão de encontro com os resultados de Dario et al. (2005) que aplicando diferentes reguladores de crescimento na cultura da soja não encontraram influência no número de ramificações. Porém, Campos, Ono e Rodrigues (2009) encontraram efeito positivo para essa variável quando usaram diferentes reguladores de crescimento na soja, sendo que o maior efeito foi observado quando se utilizou o etephon.

De acordo com o regulador utilizado ocorre um grau de quebra de dominância apical e conseqüentemente efeito direto no número de ramificações. O lactofen quando aplicado em plantas de soja não influenciou o número de ramificações (HEIFFING, 2006), Corroborando os resultados desse estudo, para a cultivar BMX Potência RR que não apresentou modificação no número de ramificações em função dos tratamentos (Tabela 4).

O diâmetro do caule é um parâmetro importante e deve ser levado em conta na hora da escolha da cultivar a ser implantada. Plantas de cultivares que possuem um menor diâmetro de caule são mais propensas ao acamamento, acarretando em perdas de produtividade e dificuldade de colheita (CATO; CASTRO, 2006). Analisando os resultados desse estudo a aplicação do lactofen não teve influência no diâmetro do caule, independente da cultivar estudada, sendo que nenhum tratamento diferiu da testemunha tendo um valor em média de 9 mm (Tabela 5).

Esses resultados divergem de outros dados da literatura, como os de Souza et al. (2013) os quais encontraram redução significativa no diâmetro do caule em plantas de soja, quando estas foram tratadas com diferentes reguladores de crescimento. Resultados de experimento, em que foi aplicado o regulador de crescimento trinexapac-etil, na cultivar de soja CD 209, evidenciaram aumento expressivo do diâmetro do caule (LINSMEYER et al., 2008). Alguns reguladores de crescimento como o trinexapac-etil, possuem a característica de diminuir o acamamento de plantas, justamente através da influência no diâmetro do caule. Essa característica é fortemente observada em gramíneas como, trigo aveia e cevada (ESPINDULA et al., 2010).

Com relação ao comprimento dos entrenós, a diferença dessa variável influenciada pelos tratamentos ocorreu de uma maneira mais expressiva entre os entrenós 6º/7º e 7º/8º (Tabela 5). As distâncias dos entrenós 4º/5º e 5º/6º não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 5). Para as distâncias que apresentaram diferenças significativas, a testemunha e o tratamento T3 foram os que apresentaram os maiores valores para as duas cultivares e não diferiram entre si (Tabela 5). Da mesma forma ocorreu para os tratamentos que apresentaram os menores valores, T2 e T4 (Tabela 5).

Plantas com menor comprimento dos entrenós são mais resistentes ao acamamento e possuem menor estatura (LIU et al., 2010). Esses resultados confirmam os dados referentes á estatura das plantas, o qual mostrou que a testemunha foi a que apresentou o maior valor (Tabela 3).

Tabela 5 – Descrição morfológica do caule de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Diâmetro do caule (mm)</b>	<b>Distância entrenó 4º/5º (mm)</b>	<b>Distância entrenó 5º/6º (mm)</b>	<b>Distância entrenó 6º/7º (mm)</b>	<b>Distância entrenó 7º/8º (mm)</b>
T1	8,7 <sup>ns*</sup>	29,9 <sup>ns</sup>	35,9 <sup>ns</sup>	42,3 a	46,7 a
T2	9,1	28,7	33,1	35,5 b	38,1 b
T3	9,1	32,9	39,0	44,1 a	47,5 a
T4	8,8	33,7	36,4	37,9 b	40,9 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>5,3</b>	<b>13,7</b>	<b>10,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,2</b>
<b>BMX Potência RR</b>					

Tratamento	Diâmetro do caule (mm)	Distância entrenó 4°/5° (mm)	Distância entrenó 5°/6° (mm)	Distância entrenó 6°/7° (mm)	Distância entrenó 7°/8° (mm)
T1	8,9 <sup>ns*</sup>	26,4 <sup>ns</sup>	32,6 <sup>ns</sup>	40,9 a	50,3 a
T2	8,6	23,9	28,8	31,9 b	39,3 b
T3	8,8	25,7	31,1	38,9 a	48,0 a
T4	8,6	24,7	28,2	31,5 b	37,5 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>7,7</b>	<b>12,6</b>	<b>13,9</b>	<b>13,8</b>	<b>11,45</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Essa diminuição da distância dos entrenós é devido à inibição do crescimento das plantas após a aplicação do lactofen. Como o herbicida tem a característica de causar um fitotoxidez nas plantas ocorre inibição do crescimento por um período de aproximadamente 20 dias (WICHERT; TALBERT, 1993), fazendo com que ocorra encurtamento dos entrenós. Como os tratamentos que apresentaram as menores distâncias dos entrenós receberam aplicação nos estádios fenológicos V3 e V6, apresentaram esse encurtamento dos entrenós do 6°/7° nó e do 7°/8° nó, mostrando que a diminuição da estatura é consequência da inibição do crescimento.

Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores, que verificaram diminuição no crescimento vegetativo da soja, com redução no comprimento dos entrenós de plantas tratadas com ácido 2,3,5 tri-iodobenzóico (GLAPP, 1973). No trabalho de Souza et al. (2013), o número de nós por planta não diferiu significativamente, porém o comprimento médio dos entrenós foi afetado pelo uso do trinexapac-etil em plantas de soja, semelhante ao resultado obtido nesse estudo com o uso do lactofen.

#### 4.2 Intercepção da radiação solar fotossinteticamente ativa

A quantidade de radiação solar interceptada no estrato superior das plantas no estágio R2 não sofreu influência dos tratamentos em ambas as cultivares. Os valores para essa variável na média dos tratamentos foram 1476 e 1702 mmol m<sup>2</sup>/s, respectivamente,

para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 6). A interceptação da radiação solar no estrato inferior apresentou influência dos tratamentos nas duas cultivares (Tabela 6).

Comparado com a testemunha os tratamentos que receberam aplicação de lactofen apresentaram em média um acréscimo na interceptação da radiação solar de 32 e 34 mmol m<sup>2</sup>/s, respectivamente, para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 6). Esse incremento na interceptação de luz no estrato inferior se deve principalmente a modificação da arquitetura e a redução em estatura das plantas causada pelo lactofen.

Segundo Souza et al. (2013), cultivares de soja que tenham um crescimento excessivo, frequentemente sofrem com a baixa eficiência no uso da radiação solar, pois recebem luz insuficiente no estrato inferior para poder manter as folhas fazendo fotossíntese e produzindo assimilados para a formação de flores, legumes e grãos em seus respectivos nós.

Com a mudança na arquitetura das plantas proporcionada pelo lactofen, o estrato inferior das plantas recebeu maior quantidade de radiação solar, 131 e 128 mmol m<sup>2</sup>/s na média dos tratamentos que receberam aplicação do lactofen. Em contra partida a testemunha recebeu somente 99 e 85 mmol m<sup>2</sup>/s respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 6). Sendo assim, possibilitou as plantas maior eficiência fotossintética. Uma maior eficiência no uso da radiação solar principalmente no período de enchimento de grãos é fundamental para o rendimento da cultura da soja (CASAROLI et al., 2007).

Tabela 6 – Interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa por estratos e coeficiente de extinção da cultura (k), no estágio fenológico R2, de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>			
<b>Tratamento</b>	<b>Superior (mmol m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Inferior (mmol m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Coefficiente de extinção k</b>
T1	1525,8 <sup>ns</sup>	99,4 b	0,6 <sup>ns</sup>
T2	1479,9	134,4 a	0,6
T3	1430,9	137,6 a	0,4
T4	1467,7	122,2 a	0,4
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,4</b>	<b>13,1</b>	<b>15,6</b>

<b>BMX Potência RR</b>			
<b>Tratamento</b>	<b>Superior (mmol m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Inferior (mmol m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Coefficiente de extinção k</b>
T1	1758,9 <sup>ns</sup>	85,4 b	0,9 <sup>ns</sup>
T2	1677,8	123,3 a	0,7
T3	1682,3	130,3 a	0,8
T4	1693,0	131,9 a	0,8
<b>C.V. (%)</b>	<b>4,1</b>	<b>10,1</b>	<b>15,7</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estádio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estádio fenológico V6. T4 - 70 g i.a./ha em estádio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estádio fenológico V6.

Com o uso do lactofen com a finalidade de modificar a arquitetura e tornar plantas mais eficientes no fazer fotossíntese, observa-se que houve um acréscimo de 15% na interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa no estrato inferior para a cultivar NA 5909 RG em comparação com a testemunha, e da mesma maneira um acréscimo de 33% para a cultivar BMX Potência RR (Tabela 6). A maior chegada de radiação solar, através da mudança da arquitetura, no estrato inferior, de maneira geral proporciona aumento em produtividade, corroborando com Liu et al. (2010) que indicam que o fornecimento de uma maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontrem no início do florescimento possibilita maior quantidade de legumes efetivos no final do ciclo e conseqüentemente aumento da produtividade. Tal resposta é proporcionada principalmente pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel das plantas.

O coeficiente k da cultura não apresentou diferença entre os tratamentos para as duas cultivares (Tabela 6). Os valores na média dos tratamentos foram de 0,5 e 0,8 respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Azam-ali, Crout e Bradley (1994, p. 75), no qual constataram em distintas cultivares de soja valores de k variando de 0,45 – 0,96. Embora os tratamentos que receberam aplicação do lactofen apresentaram valores de interceptação da radiação solar superior a testemunha no estrato inferior, o valor de k não apresentou diferença entre os tratamentos em virtude que os valores da radiação utilizados para o

cálculo do k foram os do estrato superior, os quais não apresentaram diferença entre os tratamentos.

O coeficiente k da cultura é relação do total de radiação incidente na cultura, sobre o total que realmente as plantas estão interceptando, relacionando com o IAF da cultura. Segundo Costa, Morrison e Dennett (1997) o coeficiente k revela informações mais completas com relação à eficiência da interceptação da radiação do que somente o IAF, pois este também leva em consideração o ângulo de inclinação das folhas, a disposição das folhas no caule e a distância entre as camadas das folhas dispostas no caule.

### **4.3 Deposição de gotas em folhas de soja**

O percentual de área coberta e o número de gotas por  $\text{cm}^2$  mediante pulverização no estágio R2 foi influenciado pelos tratamentos, principalmente nos terços médio e inferior das plantas para as duas cultivares estudadas (Tabela 7). No terço superior das plantas não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando um percentual de área coberta de 26,7% e 32,3% na média dos tratamentos, respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 7). Para o número de impactos por  $\text{cm}^2$  a média dos tratamentos para as respectivas cultivares foram de 212 e 266 (Tabela 7).



Tabela 7 – Deposição de gotas em folhas de cultivares de soja, nos diferentes terços das plantas, em estádio fenológico R2, sob variações de aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

NA 5909 RG						
Tratamento	Terço superior		Terço médio		Terço inferior	
	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²
T1	28,8 <sup>ns*</sup>	232,7 <sup>ns</sup>	7,2 b	56,6 b	1,2 d	10,6 d
T2	27,5	194,6	18,3 a	129,5 a	17,3 a	130,2 a
T3	20,9	186,2	18,1 a	129,9 a	8,9 c	71,1 c
T4	29,9	238,4	21,3 a	154,6 a	12,7 b	96,4 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>23,4</b>	<b>16,9</b>	<b>20,3</b>	<b>26,0</b>	<b>18,4</b>	<b>23,6</b>
BMX Potência RR						
Tratamento	Terço superior		Terço médio		Terço inferior	
	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²	Área coberta (%)	Nº impactos/cm²
T1	30,8 <sup>ns*</sup>	233,0 <sup>ns</sup>	8,0 c	72,5 b	1,4 c	8,2 c
T2	34,0	263,2	22,2 a	159,0 a	21,4 a	123,5 a
T3	31,1	268,1	15,4 b	89,5 ab	9,0 b	81,7 b
T4	33,1	300,8	15,9 b	133,2 ab	11,2 b	92,1 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>8,4</b>	<b>19,2</b>	<b>23,3</b>	<b>40,5</b>	<b>16,5</b>	<b>15,8</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1 - testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estádio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estádio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estádio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estádio fenológico V6. \* - médias por planta.



No geral, a parte superior das plantas intercepta uma quantidade de gotas e tem uma maior área coberta, do que realmente é necessário para se ter um eficiente controle de pragas ou doenças (BOSCHINI et al., 2008). Isso se explica em função de que não há nenhuma barreira de impedimento para as gotas serem depositadas nas folhas desse terço.

Farinha et al. (2009), estudando a deposição de gotas em cultivares de soja no estágio fenológico R1, relataram depósitos quase três vezes superiores no terço superior das plantas quando comparado com o terço inferior. Boschini et al. (2008) também mostraram em seu trabalho que as deposições de gotas ocorridas no terço inferior foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior das plantas.

Cultivares que possuem maior IAF, bem como, maior número de ramificações possibilitam rapidamente o fechamento das entrelinhas dificultando dessa forma, a passagem e a deposição das gotas no terço inferior das plantas (TORMEN et al., 2012). Em estudos sobre a deposição de gotas no dossel vegetativo, Ozkan et al. (2006) demonstraram que com um IAF de 6,4 a maioria das gotas produzidas ficaram depositadas nas folhas do terço superior do dossel, condição que favorece a proliferação de doenças nas folhas do terço inferior que, além de estarem quimicamente desprotegidas, possuem um microclima mais favorável ao desenvolvimento de patógenos.

Em virtude do sombreamento das entrelinhas da cultura após o florescimento, o grande problema para a aplicação de produtos fitossanitários, principalmente para os fungicidas, é a chegada de produto na parte inferior. Como a maioria dos fungicidas sistêmicos não se translocam da parte superior para a inferior é imprescindível que ocorra adequada deposição do produto nas folhas, caso contrário haverá diminuição da eficácia do produto aplicado (CUNHA et al., 2011).

As maiores diferenças entre os tratamentos foram observadas no terço inferior das plantas, sendo mais efetivo com o tratamento T2 (Tabela 7). Na cultivar NA 5909 RG esse tratamento comparando com a testemunha foi 16 vezes superior no percentual de cobertura e 12 vezes no número de impactos por cm<sup>2</sup>, e para a cultivar BMX Potência RR

foi 20 vezes superior no percentual de cobertura e 14 vezes superior no número de impactos por cm<sup>2</sup> (Tabela 7).

Quando não se causa nenhuma interferência na arquitetura das plantas, sobretudo em cultivares que possuem um crescimento excessivo, a dificuldade de se chegar com ativos via pulverização no terço inferior é maior. De acordo com Cunha et al. (2008), a deposição de gotas e a cobertura no dossel da soja, proporcionada pela aplicação de fungicida, é baixa, principalmente na parte inferior, ocasionando em controle ineficiente, mesmo utilizando produtos sistêmicos. Ainda de acordo com esses autores, é necessário estudar estratégias que incrementem a deposição de gotas da pulverização de produtos fitossanitários na parte inferior do dossel.

A penetração e a deposição de gotas no dossel de uma cultura é fator fundamental para o controle químico de doenças, especialmente aquelas que iniciam o processo infeccioso nas folhas baixas (RAETANO, 2007). A variabilidade entre cultivares de soja, no que diz respeito à arquitetura de plantas, representa distintas barreiras à penetração de gotas no dossel no momento da aplicação (DEBORTOLI et al., 2012). Barreiras essas que precisam ser vencidas pelas gotas para que se tenha uma ideal cobertura da planta pelos produtos fitossanitários e, por consequência, controle eficiente das doenças (BOSCHINI et al., 2008).

O aumento da deposição de produtos fitossanitários nos terços inferiores em virtude da mudança da arquitetura causada pelo lactofen, também pode proporcionar aumento na eficiência de controle de doenças pelos fungicidas. De acordo com Farinha et al. (2009), a cobertura das folhas com ativos via pulverização é uma interação entre o tamanho das gotas, densidade das gotas e umidade relativa do ar, mas segundo os mesmos, o fator mais importante envolvido nesse aspecto está a arquitetura das plantas, a qual interfere diretamente na deposição de gotas nas folhas. O produto selecionado para realizar o controle, seja de ação sistêmica ou contato, deve ser corretamente posicionado no alvo, para se obter um controle econômico e eficiente das doenças (CUNHA et al., 2011).

O estímulo do metabolismo secundário pela ação do lactofen nas plantas de soja também pode estar envolvido em um possível aumento da eficiência no controle de doenças. Herbicidas do grupo químico dos difeniléteres, ao qual pertence o lactofen apresentam influência negativa à severidade de doenças em diferentes culturas (LYNDO; DUKE, 1989). Isso ocorre em virtude do estresse oxidativo causado pelo lactofen nas plantas, que induz a síntese de fitoalexinas, promovendo uma defesa das plantas contra patógenos (DAUGROIS; HOY; GRIFFIN, 2005).

Dann, Diers e Hammerschmidt (1999), em três anos de pesquisa, verificaram que a ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja foi menor naqueles tratamentos que receberam aplicação do lactofen. Em outro trabalho, Sanogo, Yang e Scherm (2000) constataram diminuição na severidade de ataque radicular de *Fusarium solani* em soja após a aplicação de lactofen. Os herbicidas difeniléteres, usados comumente no controle seletivo de plantas daninhas dicotiledôneas em culturas como soja e feijão, aumentam os níveis de diversos compostos secundários (LYNDO; DUKE, 1989).

#### **4.4 Componentes do rendimento e rendimento de grãos**

O número de legumes no terço superior das plantas foi influenciado pelos tratamentos somente para cultivar BMX Potência RR tendo o tratamento T2 o maior número de legumes 15,5 comparado com a testemunha que obteve apenas 12,6 (Tabela 7). A cultivar NA 5909 RG que não apresentou diferença entre os tratamentos apresentando um número médio de legumes no terço superior de 19,0 (Tabela 8).

No terço médio essa variável não sofreu influência dos tratamentos para ambas cultivares ficando em média os valores dessa variável para NA 5909 RG e BMX Potência RR, 32,3 e 25,5 respectivamente (Tabela 8). Isso pode ser explicado em função de que é nesse terço em que mais de 50% do total de grãos são produzidos pelas plantas (SOUZA et al., 2013). Então se torna mais difícil com algum tipo de manejo, aumentar a produção nesse terço.

Tabela 8 – Número de legumes nos diferentes terços e total de legumes de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>				
<b>Tratamentos</b>	<b>Terço superior</b>	<b>Terço médio</b>	<b>Terço inferior</b>	<b>Total de legumes/planta</b>
T1	19,7 <sup>ns*</sup>	33,6 <sup>ns</sup>	3,3 b	56,6 <sup>ns</sup>
T2	18,6	29,7	5,9 a	54,2
T3	20,7	35,0	4,3 b	60,0
T4	17,7	31,2	3,1 b	52,1
<b>C.V. (%)</b>	<b>15,1</b>	<b>21,0</b>	<b>23,9</b>	<b>17,3</b>
<b>BMX Potência RR</b>				
<b>Tratamentos</b>	<b>Terço superior</b>	<b>Terço médio</b>	<b>Terço inferior</b>	<b>Total de legumes/planta</b>
T1	12,6 b*	23,9 <sup>ns</sup>	8,7 b	45,2 b
T2	15,5 a	26,6	13,3 a	55,4 a
T3	14,4 ab	24,9	8,1 b	47,3 b
T4	13,4 ab	25,9	9,2 b	48,6 ab
<b>C.V. (%)</b>	<b>13,0</b>	<b>13,2</b>	<b>24,1</b>	<b>10,4</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

O principal efeito do lactofen foi observado no terço inferior das plantas, sendo que para as duas cultivares o tratamento T2 apresentou o maior número de legumes, 5,9 e 13,3 respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR (Tabela 8). Esses resultados são explicados em função de que no momento em que foi realizada a aplicação do lactofen no tratamento T2, as plantas se encontravam em estágio fenológico V3. Nesse momento houve inibição do crescimento das plantas, que conseqüentemente, modificou a arquitetura e reduziu a estatura. Com isso proporcionou plantas mais compactas, com maior interceptação de radiação solar nesse terço, assim teve um efeito direto em maior frutificação efetiva, em função da permanência de maior número de folhas ativas em cada nó deste terço, dando possibilidade de um maior número de legumes.

Cada vez mais vem se trabalhando geneticamente ou através de diferentes manejos aumentar a produção de grãos no terço inferior das plantas, visto que esse é um lugar que na maioria dos cultivares se consegue baixa produtividade (RAMBO et al., 2004). Essa

baixa produtividade muitas vezes se dá em função de deficiências no controle fitossanitário como pragas, doenças e também com maior expressividade ainda, devido à baixa interceptação de luz, causando o autosombreamento (HANNA et al., 2008). Dessa maneira, a utilização do lactofen, com o intuito de mudar as características das plantas como arquitetura e estatura, os quais dificultam esses aspectos, vem ao encontro com a necessidade, e traz retornos satisfatórios em algumas características como citadas anteriormente.

O número total de legumes por planta apresentou diferença entre os tratamentos somente para a cultivar BMX Potência RR, sendo que o tratamento T2 novamente foi o que apresentou o maior número de legumes, 55,4 sendo que a média dos demais tratamentos foi de 47,0 (Tabela 8). Esse aumento se deve principalmente pelo acréscimo expressivo do número de legumes no terço inferior.

Com relação ao número de legumes por planta, em estudos com reguladores de crescimento na soja, os dados na literatura são os mais distintos. Gallon et al. (2016), aplicando lactofen, não encontraram efeito positivo com relação ao número de legumes por planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2013) que, estudando diferentes reguladores de crescimento na cultura da soja, não observaram efeito no número de legumes por planta.

No entanto, Klahold et al. (2006) constataram que a aplicação de diferentes reguladores vegetais na soja proporcionaram incremento no número de legumes por planta, concordando com os resultados obtidos nesse estudo, no qual o lactofen proporcionou aumento no número de legumes por planta principalmente no terço inferior. Esse acréscimo no número de legumes, quando se fez a utilização do lactofen é devido à menor estatura apresentada pelas plantas, possibilitando maior chegada de luz culminando em maior eficiência fotossintética e maior produção de legumes.

Segundo Liu et al. (2010) o fornecimento de maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontrem no início do florescimento possibilitou maior quantidade de legumes efetivos no final do ciclo e conseqüentemente aumento da produtividade. Tal

resposta foi proporcionada principalmente pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel da planta.

O número de falhas de grãos nos legumes no terço superior das plantas apresentou diferença entre os tratamentos para ambas cultivares (Tabela 9). Para a NA 5909 RG a testemunha foi o tratamento com maior número de falhas de grãos nos legumes em comparação com os demais tratamentos, apresentando um valor de 5,1 comparado com 3,9 na média dos demais tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9 – Número de falhas de grãos nos legumes nos diferentes terços e total de falhas de grãos por legume de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>				
<b>Tratamentos</b>	<b>Terçosuperior</b>	<b>Terço médio</b>	<b>Terço inferior</b>	<b>Total de falhas/planta</b>
T1	5,1 a*	10,3 <sup>ns</sup>	1,2 b	16,9 <sup>ns</sup>
T2	4,1 b	8,6	2,6 a	15,3
T3	4,1 b	12,1	1,2 b	17,7
T4	3,7 b	9,6	1,1 b	14,3
<b>C.V. (%)</b>	<b>16,4</b>	<b>24,4</b>	<b>23,5</b>	<b>19,7</b>
<b>BMX Potência RR</b>				
<b>Tratamentos</b>	<b>Terçosuperior</b>	<b>Terço médio</b>	<b>Terço inferior</b>	<b>Total de falhas/planta</b>
T1	3,1 c*	5,1 b	2,7 b	10,9 c
T2	4,5 ab	7,9 a	4,1 a	16,4 a
T3	3,9 b	6,7 ab	2,1 b	13,2 bc
T4	4,6 a	7,3 a	3,2 b	15,2 ab
<b>C.V. (%)</b>	<b>11,4</b>	<b>20,4</b>	<b>17,5</b>	<b>10,9</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3. T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6. T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Para BMX Potência RR a testemunha foi o tratamento que apresentou o menor número de falhas de grãos nos legumes, com um valor de 3,1 comparado com 4,3 na média dos demais tratamentos (Tabela 9). O terço médio da cultivar NA 5909 RG não apresentou diferença entre os tratamentos, já a BMX Potência RR seguiu a mesma tendência do terço superior sendo a testemunha o tratamento com o menor número de



falhas de grãos nos legumes apresentando um valor de 5,1 e os demais tratamentos 7,3 em média (Tabela 9).

O maior efeito dos tratamentos está no terço inferior das plantas sendo que para as duas cultivares o tratamento T2 ocasionou o maior número de falhas de grãos nos legumes 2,6 e 4,1 respectivamente para NA 5909 RG e BMX Potência RR, a média dos demais tratamentos que não apresentaram diferenças significativas foi de 1,2 e 2,9 respectivamente (Tabela 9). O número total de falhas de grãos nos legumes por planta não apresentou diferenças entre os tratamentos para a cultivar NA 5909 RG, tendo um valor médio de 15,9 já para a cultivar BMX Potência RR, a testemunha foi o tratamento que apresentou o menor número de falhas de grãos nos legume por planta, com um valor de 10,9 (Tabela 9).

Esse aumento no número de falhas de grãos nos legumes, principalmente no tratamento T2, se explica em função do aumento do número de legumes nesse terço, como visto na Tabela 8. O aumento do número de legumes nesse terço se deu em torno de 40% em média para as duas cultivares com relação à testemunha. Como se proporcionou um aumento expressivo do número de legumes, também se teve um aumento no número de falhas, sendo esse valor também em torno de 40% em relação à testemunha para as duas cultivares.

Este aumento de falhas está atrelado a esse aumento do número de legumes. Com esse aumento a planta não teve a capacidade de produzir grãos para preencher todos esses legumes, ficando assim um número maior de falhas de grãos. No entanto, mesmo assim, foi o tratamento T2 o que proporcionou o maior número de legumes no terço (Tabela 8).

O número de grãos por planta não apresentou diferença entre os tratamentos, nos terços superior e médio para ambas as cultivares, sendo que para o terço superior a média dos tratamentos para a cultivar NA 5909 RG e BMX Potência RR foram de 49,4 e 39,6 respectivamente, e para o terço médio 83,5 e 69,7 (Tabela 10). Já para o terço inferior ocorreram diferenças entre os tratamentos, sendo que o maior número de grãos nesse terço se deu no tratamento T2 independente da cultivar, com 14,6 para NA 5909 RG e 34,6

para BMX Potência RR (Tabela 10). Comparando com a testemunha que de modo geral apresentou os menores valores para essa variável, o aumento percentual do número de grãos no terço inferior ficou em torno de 50% e 34% respectivamente para as cultivares NA 5009 RG e BMX Potência RR.

Tabela 10 – Número de grãos e massa de grãos por plantas, nos diferentes terços de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5009 RG</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>Nº de grãos por terço</b>			<b>Massa de grãos por terço (g)</b>		
	<b>Superior</b>	<b>Médio</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Médio</b>	<b>Inferior</b>
T1	51,2 <sup>ns*</sup>	85,9 <sup>ns</sup>	7,8 c	7,9 <sup>ns</sup>	12,9 <sup>ns</sup>	1,4 b
T2	48,0	77,4	14,7 a	7,9	12,1	2,5 a
T3	53,9	91,1	10,0 b	8,6	13,2	1,5 b
T4	44,7	79,9	7,5 c	7,4	13,5	1,4 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>15,2</b>	<b>21,2</b>	<b>14,2</b>	<b>20,4</b>	<b>23,9</b>	<b>17,4</b>
<b>BMX Potência RR</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>Nº de grãos por terço</b>			<b>Massa de grãos por terço (g)</b>		
	<b>Superior</b>	<b>Médio</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Médio</b>	<b>Inferior</b>
T1	35,9 <sup>ns*</sup>	65,1 <sup>ns</sup>	22,7 b	4,7 <sup>ns</sup>	9,7 <sup>ns</sup>	3,6 b
T2	44,4	73,0	34,6 a	5,5	9,8	4,6 a
T3	40,8	70,4	21,5 b	5,2	10,5	3,0 b
T4	37,5	70,6	23,9 b	5,0	9,5	3,3 b
<b>C.V. (%)</b>	<b>13,7</b>	<b>12,4</b>	<b>14,7</b>	<b>17,1</b>	<b>13,6</b>	<b>16,9</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3, T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6, T3 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Esse aumento do número de grãos está relacionado principalmente ao aumento do número de legumes nesse terço, como observa-se na Tabela 8. Como a produção no terço inferior corresponde a aproximadamente 20% do total de produção das plantas (PRICINOTTO; ZUCARELLI, 2014), técnicas de manejo que visam um aumento desse percentual, como o uso do lactofen, trazem benefícios e aumento em produtividade. Como o lactofen proporcionou plantas mais compactas e com uma arquitetura que possibilitou maior chegada de luz no terço inferior, ocorreu maior frutificação dos nós e consequentemente um maior número de grãos por legumes.

Souza et al. (2013) contradizem o resultado desse estudo, no qual em seu trabalho não encontraram efeito de diferentes reguladores de crescimento aplicados em plantas de soja para a variável número de grãos por planta, assim como Gallon et al. (2016) que aplicando lactofen e fomesafen não encontraram diferença no número de grãos por planta.

A massa de grãos por planta nos diferentes terços seguiu a mesma tendência do número de grãos, sendo somente o terço inferior o que apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 10). O tratamento que obteve os maiores valores foi novamente o tratamento T2, com um valor de 2,5 g para NA 5909 RG e 4,6 g para BMX Potência, comparado com 1,4 g e 3,3 g, respectivamente, na média dos demais tratamentos que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 10). Esses valores só reforçam a informação de que quanto maior o número de grãos por planta maior será a massa de grãos, isso em função de que a massa de cada grão não foi influenciada pelos tratamentos, sendo uma característica fortemente genética de cada cultivar e difícil de ser modificada.

A massa de mil grãos não apresentou diferença entre os tratamentos em ambas as cultivares (Tabela 11). Esse resultado mostra que essa variável está fortemente ligada a fatores genéticos, e que a utilização do lactofen independente do momento da aplicação não teve influência.

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

O rendimento de grãos por hectare apresentou diferença entre os tratamentos para as duas cultivares. O tratamento que proporcionou maior produção em relação à testemunha foi o tratamento T2, independente da cultivar (Tabela 11). Para a cultivar NA 5909 RG o acréscimo em produtividade ficou em torno de 181 kg/ha e para a cultivar BMX Potência RR em torno de 255 kg/ha, comparado com a testemunha (Tabela 11). Os demais tratamentos não tiveram diferenças significativas em relação à testemunha.

Tabela 11 – Massa de mil grãos e rendimento de grãos de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de lactofen. FAMV/UPF, Passo Fundo, 2016

<b>NA 5909 RG</b>		
<b>Tratamentos</b>	<b>Massa de mil grãos (g)</b>	<b>Rendimento de grãos (kg/ha)</b>
T1	183 <sup>ns*</sup>	4890 b
T2	178	5072 a
T3	176	4839 b
T4	180	4938 ab
<b>C.V. (%)</b>	<b>6,2</b>	<b>2,4</b>
<b>BMX Potência RR</b>		
<b>Tratamentos</b>	<b>Massa de mil grãos (g)</b>	<b>Rendimento de grãos (kg/ha)</b>
T1	153 <sup>ns*</sup>	4169 bc
T2	152	4424 a
T3	154	4300 ab
T4	151	4052 c
<b>C.V. (%)</b>	<b>2,1</b>	<b>4,9</b>

Médias seguidas de letras minúscula na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. ns: Não significativo. CV: Coeficiente de variação. V3 - Terceiro nó, segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida. V6 - Sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida. R2 - uma flor aberta em um dos dois últimos nós com folha completamente desenvolvida. Tratamentos: T1- testemunha. T2 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V3, T3 - 140 g i.a./ha em estágio fenológico V6, T4 - 70 g i.a./ha em estágio fenológico V3 + 70 g i.a./ha em estágio fenológico V6. \* - médias por planta.

Resultados de Gallon et al. (2016) divergem dos encontrados nesse estudo, no qual as plantas que receberam aplicação de lactofen não apresentaram maior produtividade comparado com a testemunha. Esse resultado pode estar ligado ao estágio fenológico em que foi realizada a aplicação, que se deu em estágio V7, e no presente estudo em estágio fenológico V3, proporcionando assim maior produtividade.

Quando à aplicação do lactofen se dá no estágio fenológico V3 da cultura o efeito da quebra da dominância apical das plantas é maior em função da maior concentração de auxina no ápice das plantas nesse momento, conseqüentemente maior será a modificação na arquitetura (GELDNER et al., 2001). Cultivares que tenham características de plantas de porte alto, como NA 5909 RG e BMX Potência RR, essa aplicação em estágio fenológico V3 teve melhor resposta, houve inibição do crescimento por um maior período de tempo, dessa maneira se obteve plantas com arquitetura mais eficiente, e mais

produtivas. Tancredi et al. (2004) trabalharam na remoção do meristema apical de plantas de soja a 25 cm, e os resultados mostram um aumento na produtividade de grãos.

Existem ainda algumas divergências na literatura sobre a relação de causa e efeito da fitotoxidez causada na soja pela ação do lactofen e a possível redução no rendimento de grãos. Porém a aplicação de lactofen em plantas de soja reduziu em 20% a massa verde e em 30% a área foliar total de plantas tratadas, e mesmo assim não houve efeito sobre o rendimento de grãos (WICHERT; TALBERT, 1993). Também, a aplicação de fomesafen e lactofen em doses até 20% superiores as máximas recomendadas não afetaram o rendimento de grãos de soja (MENGARDA; FLECK, 1989).

O tipo de fitotoxidez causada pela aplicação de herbicidas é gerada pela formação de radicais livres nas células, que na maioria das vezes é causado por um estresse oxidativo. No caso do lactofen, o protoporfirinogênio, uma espécie reativa de oxigênio é difundido para fora do cloroplasto onde e se transforma em protoporfirina, que na presença de oxigênio é oxidado, formando radicais livres que causam a peroxidação de lipídios com consequente dano na membrana plasmática (MEROTTO; VIDAL, 2001, p. 70). Esse tipo de estresse gera um gasto energético para que a planta possa se recuperar e voltar as suas atividades normais.

Outros produtos também com essa característica de causarem fitotoxidez nas plantas já foram testados com a finalidade de modificar a arquitetura das plantas e torná-las mais produtivas (VIEIRA; CASTRO, 2004, p. 20), porém os resultados são os mais diversos. Resultados obtidos por Linzmeyer et al. (2008) mostraram que a aplicação de trinexapac-etil na cultura da soja, cultivar CD 209, não influenciou no rendimento de grãos. Já Souza et al. (2013) observaram redução na produtividade de grãos de soja com o uso de trinexapac-etil.

No presente trabalho observa-se que o efeito do lactofen na produtividade foi similar para as duas cultivares. No entanto Suwanketnikon e Panyakit (1995) encontraram diferenças entre cultivares quanto à tolerância de soja ao lactofen, relatando redução na produtividade em algumas delas. Isso indica que para cada cultivar deve-se fazer um

estudo prévio para obter segurança da dose e estágio ideal a ser trabalhada para se ter ganhos em produtividade.

Outro ponto importante a ser levado em conta no momento da aplicação do lactofen é a condição climática. Como ele gera fitotoxidez nas plantas, elas demoram em torno de 20 dias para a total recuperação. Então nesse período é fundamental que as plantas não sofram nenhum estresse por falta de água, caso contrário poderá haver dificuldade na recuperação da fitotoxidez e na eliminação dos radicais livres causados pelo estresse oxidativo do lactofen nas plantas (WICHERT; TALBERT, 1993). Nesse trabalho, após a aplicação do lactofen não ocorreu nenhum estresse por falta de água tendo as plantas exibido recuperação normal das injúrias vinte dias após a aplicação.

## **5 CONCLUSÃO**

A utilização do herbicida lactofen como regulador de crescimento em plantas de soja no estágio V3 melhora as características arquitetônicas, e torna as plantas fotossinteticamente mais eficientes, proporcionando aumento no rendimento de grãos em virtude da maior produtividade no terço inferior das plantas.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AVILA, M. R.; ALBRECHT, A. P.; ROCCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ARRUDA, J. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A. Nodulação e fixação do nitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 325-330, 2001.

ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. **In: Spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph, S572, 2000. 454. p.

AZAM-ALI, S. N.; CROUT, N. M. J.; BRADLEY, R. G. **Perspectives in modeling resource capture by crops**. 1. ed. Nothingham: Nothingham University, 1994. 245. p.

BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Desempenho agrônômico da soja em função da desfolha em diferentes estádios vegetativos, **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 4, p.19-24, 2013.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Revista Biotecnologia e Biodiversidade**, v. 3, n. 2, p. 49-58, 2012.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.

BERROCOSO, D. J.; SERRANO, M. P.; CÁMARA, L.; LÓPEZ, A.; MATEOS, G. G. Influence of source and micronization of soybean meal on nutrient digestibility and growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p. 309-317, 2014.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapacethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.



BIABANI, A.; HASHEMI, M.; HERBERT, S. J. Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. **International Journal of Plant Production**, v. 2, n. 3, p. 215-222, 2008.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. **Crop Science**, v. 38, n. 3, p.763-771, 1998.

\_\_\_\_\_. Soybean yield component responses to a light interception gradient during the reproductive period. **Crop Science**, v. 33, n. 4, p.772-777, 1993.

BOARD, N.; MARICHERLA, D. Explanations for decreased harvest index with increased yield in soybean. **Crop Science**, v. 48, n. 5, p.1995-2002, 2008.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. 1. ed. New York: Springer-Verlag, 1979. 194 p.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, n. 1, p. 243-276, 2007.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JUNIOR, E. K.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.

BOYER, J. A. Effect of acifluorfen and lactofen application timing on peanut injury and yield. **Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 190-201, 2011.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. G.; EBERHARDT, D. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.

CAASSEN, N.; BARBER, S. A. Simulation model for nutrient uptake from soil by a growing plant system. **Agronomy Journal**, v. 68, n. 6, p. 961-964, 1976.

CAMPOS, M. F. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

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

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F.; VELLO, N. A. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.

CASAROLI, D.; FAGANL, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A.; NETO, D. D.; LIER, Q. J.; MULLER, L.; MARTIN, T. N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja – uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 102-120, 2007.

CASTRO, G. S. I. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

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

CATUCHI, T. A.; GUIDORIZZI, F. V. C.; GUIDORIZZI, K. A.; BARBOSA, A. A.; SOUZA, G. M. Resposta fisiológica de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 519-527, 2012.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2016/2017, segundo levantamento**. Conab, Brasília, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_11\\_11\\_14\\_54\\_21\\_boletim\\_graos\\_novembro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_11_11_14_54_21_boletim_graos_novembro_2016.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2016.

CORREIA, N. M.; LEITE, G. J. Selectivity of the plant growth regulators trinexapac-ethyl and sulfometuronmethyl. **Scientia Agricola**, v. 69, n. 3, p. 194-200, 2012.

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

COSTA, L. C.; MORRISON, J.; DENNETT, M. Effects of the weather on growth and radiation intercepted by faba bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 277-281, 1997.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 343-352, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; MOURA, E. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

DANN, E. K.; DIERS, B. W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of sclerotinia stem rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, v. 89, n. 7, p. 598-602, 1999.

DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; DOURADO, D.; MANFRON, P. A.; ONNECARRERE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorreguladores no crescimento da soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 12, n. 1, p. 63-70, 2005.

DAUGROIS, J. H.; HOY, J. W.; GRIFFIN, J. L. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor herbicide effects on *Pythium* root rot of sugarcane, *Pythium* species, and the soil microbial community. **Phytopathology**, v. 95, n. 3, p. 220-226, 2005.

DEBORTOLI, M. P.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; FAVERA, D. D.; STEFANELLO, M. T.; PINTO, F. F.; UEBEL, J. D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem-asiática-da-soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 920-927, 2012.

DUKE, S. O.; LYDON, J.; BECERRIL, J. M.; SHERMAN, T. D.; LEHNEN, L. P.; MATSUMOTO, H. Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 465-473, 1991.

EGLI, D. B.; CORNELIUS, P. L. A regional analysis of the response of soybean yield to planting date. **Agronomy Journal**, v. 101, n. 2, p. 330-335, 2009.

EGLI, D. B.; ZHEN-WEN, Y. Crop growth rate and seeds per unit area in soybean. **Crop Science**, v. 31, n. 2, p. 439-442, 1991.

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**. 1. ed. Pelotas: Embrapa, 2014. 124 p.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, M. A.; SOUZA, L. T.; FAVARATO, L. F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 379-387, 2009.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S. Efeitos de reguladores de crescimento da elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

FAKIR, M. S. A.; MONDAL, M. M. A.; ISMAIL, M. R.; ASHRAFUZZAMAN, M. Flowering pattern and reproductive efficiency in mungbean. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 13, n. 6, p. 966–970, 2011.

FARIA, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Árvore do crescimento - Soja**. AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 17 out. 2016.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; COSTA N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Estages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. Eficiência de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 1, n. 54, p. 130-135, 2010.

FIOREZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Efeito da densidade de semeadura e de reguladores vegetais sobre os caracteres morfofisiológicos da folha bandeira do trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 89-96, 2012.

FOLONI, J. S. S.; CARNEIRO, G. E. S.; PIPOLO, A. E. Produtividade de cultivares de soja em razão da aplicação de etefom e lactofem. In: Resumos Expandidos da XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, 2014.

FORNS, A. C.; DEVANI, M. Manejo de ataques (*Amaranthus quitensis*) resistentes en el cultivo de soja. **Avance Agroindustrial**, v. 3, n. 2, p. 35-37, 1999.

GALLON, M.; BUZZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; SILVA, H. L. Ação de herbicidas inibidores da protox sobre o desenvolvimento acamamento e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 16, p. 232–240, 2016.

GELDNER, N.; FRIML, J.; STIERHOF, Y. D.; JURGENS, G.; PALME, K. Auxin transport inhibitors block PINT cycling and vesicle trafficking. **Nature**, v. 27, n. 413, p. 425-428, 2001.

GILBERT, M. E.; ZWIENIECKI, M. A.; HOLBROOK, N. M. Independent variation in photosynthetic capacity and stomatal conductance leads to differences in intrinsic water use efficiency in 11 soybean genotypes before and during mil drought. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 8, p. 2875-2887, 2011.

GLAPP, J. G. Response of 'Bragg' soybean to TIBA. **Agronomy Journal**, v. 65, n. 1, p. 41-43, 1973.

HANNA, S.; CONLEY, S. P.; SHANER, G. E.; SANTINI, J. B. Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 5, p. 1488- 1492, 2008.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar na cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HOPKINS, W. G.; HÜNER, N. P. **Introduction to Plant Physiology**. 3. Ed. Nova Jersey: John Wiley. 2004. 476 p.

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

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. **Plant Science**, v. 180, n. 6, p. 504-510, 2011.

KING, C. A.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 1, p. 176-186, 2001.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M.M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 23 p. 179-185, 2006.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C; SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade de cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 129-138, 2011.

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

LIU, B.; LIU, X.; WANG, X.; JIN, J.; HERBERT, S. J.; HASHEMI, M. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. **International Journal Plant Production**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2010.

LIU, F.; JENSEN, C. R.; ANDERSEN, M. N. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. **Field Crops Research**, v. 86, n. 1, p.1-13, 2004.

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

LYDON, J.; DUKE, S. O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, v. 25, n. 4, p. 361-373, 1989.

LYNCH, J. P. Roots of the second green revolution. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 3, p. 493-512, 2007.

MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A. Crescimento e conversão da energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 9, p. 1065-1072, 1989.

MENGARDA, I. P.; FLECK, N. G. Atividade herbicida de compostos difeniléteres aplicados em pós-emergência à cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 5, p. 531-541, 1989.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MEROTTO J., A.; VIDAL, R. A. **Herbicidas inibidores de PROTOX**. 1. ed. Porto Alegre: Herbicidologia, 2001. 235 p.

MONTEIRO, R. P. F.; JUNIOR, A. F. C.; REIS, M. R.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B. Efeitos de herbicidas na biomassa e nodulação do feijão-caupi inoculado com rizóbio **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 44-51, 2012.

MOOJEN, T. M. B.; CAVALCANTE, R. B. L.; MENDES, C. A. B. Solar radiation evaluation based on cloudiness data. **Geografia**, v. 21, n. 3, p. 41-55, 2012.

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

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; SILVA, J. G. R. Desenvolvimento do algodoeiro em resposta a modo de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 007-011, 2010.

NASCIMENTO, A. B.; OLIVEIRA, G. M.; FONSECA, I. C. B.; SAAB, O. J. G. A.; CANTERI, M. G. Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados à tecnologia de aplicação. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2687-2696, 2013.

NASCIMENTO, J. M.; SOUZA, C. M. A.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. A. M.; FENGLER, G. W. Controle de ferrugem asiática da soja utilizando - se diferentes pontas de pulverização em Maracaju-MS. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2009.

NAVARRO JUNIOR, H. M. N.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para a produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; SONCK, B. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, v. 97, n. 3, p. 333-345, 2007.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R.C.; GULER, H.; KRAUSE, C. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology**, v. 77, v. 1, p. 1-8, 2006.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PENGELLY, B. C.; BLAMEY, F. P. C.; MUCHOW, R. C. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. **Field Crops Research**, v. 63, n. 2, p. 99-112, 1999.

PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELI, C. Paclobutrazol no crescimento e desempenho produtivo da soja sob diferentes densidades de semeadura. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 65-74, 2014.

PROULX, R. A.; NAEVE, S. L. Pod removal, shade, and defoliation effects, on soybean yield, protein, and oil. **Agronomy Journal**, v. 101, n. 4, p. 971-978, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p.105-6, 2007.



RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 94, p. 936-943, 2001.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 33-40, 2004.

REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 496-502, 2003.

REINHARDT, D.; KUHLEMEIER, C. Plant architecture. **Arlington**, v. 3, n. 9, p. 846–851, 2002.

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. Desempenho agrônomo de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012.

RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; FOLONI, L. L. Efeito da aplicação de uniconazole na cultura de soja [(*Glycine max* (L.)). **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 2, p. 123-134, 1998.

SANOGO, S.; YANG, X. B.; SCHERM, H. Effects of herbicide on *Fusarium solani* f. sp. glycines and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, v. 90, n. 1, p. 57-66, 2000.

SANTOS, J. B. Ação de herbicidas sobre o crescimento de estirpes de *Rhizobium tropici*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 457-465, 2006.

\_\_\_\_\_. Época de dessecação anterior à semeadura sobre o desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 869-875, 2007.

SCHÖFFEL, E. R.; VOLPE, C. A. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, n. 2, v. 9, p. 241-249, 2001.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 58-64, 2009.

SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SHIZUO SENO, S.; SANTOS, J. I.; SILVA, K. S.; LEMOS, O. L. Vida útil e qualidade de frutos de tomateiros tratados com paclobutrazol. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 470-475, 2011.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; CANDIDO, A. C. S.; DIAS, A. C. R.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Influência do glifosato da eficiência nutricional de nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2011.

SETIYONO, D. T.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.; WEISS, A.; DOBERMANN, A.; SPECHT, J. E. Nodal leaf area distribution in soybean plants grown in high yield environments. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 4, p. 1198-1204, 2011.

SILVA, W. B.; PETTER, F. A.; LIMA, L. B.; ANDRADE, F. B. Desenvolvimento inicial de *Urochloa ruizizensis* e desempenho agrônômico da soja em diferentes arranjos espaciais no cerrado Mato-Grossense. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 146-153, 2013.

SINGH, S. P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1659-1675, 2001.

SOUZA, A. P.; ESCOBEDO, J. F.; PAI, A. D.; GOMES, E. N. Estimativa da radiação global incidente em superfícies inclinadas por modelos isotrópicos e índice de claridade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 339-350, 2010b.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 634-643, 2013.

SOUZA, P. O. P.; ROBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P.; LOUREIRO, R. S.; BISPO, C. J. C.; SOUZA, A. M. L. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 65-73, 2010a.

SOUZA, P. J.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P.; FARIAS, J. R. B.; LOUREIRO, R. S.; BISPO, C. C. S.; Solar radiation use efficiency by soybean under Field conditions in the Amazon region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1211-1218, 2009.

SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; MACIEL, C. D.; CAMPO, R. J.; ZAIA, D. A. M. Conjunto mínimo de parâmetros para avaliação da microbiota do solo e

da fixação biológica do nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 83-91, 2008.

SOUZA, R. T.; CONSTANTIN, J.; VELINI, E. D.; MONTORIO, G. A.; MACIEL, C. D. G. Seletividade de Combinações de Herbicidas Latifolicidas com Lactofen para a Cultura da Soja. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 99-106, 2002.

SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; BAHRY, C. A.; CARON, B. O.; ZIMMER, P. D. Caracteres morfofisiológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. **Científica**, v. 42, n. 3, p. 216-223, 2014.

SUWANKETNIKON, R.; PANYAKIT, E. Postemergence application of acifluorfen, fomesafen and lactofen for broadleaf weed control in soybean. **Asian Pacific Weed Science Society Conference**, v. 4, n. 11, p. 884-887, 1995.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 897 p.

TANCREDI, F. D.; SEDYYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R.; TEIXEIRA, R. C. Influência da remoção do meristema apical sobre os componentes de produtividades em populações de plantas de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 1, p. 113-119, 2004.

TAYAMA, H. K.; LARSON, R. A.; HAMMER, P. A.; ROLLS, T. J. **On the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. 1. ed. Columbus: Ohio Florists Association, 1992. 92 p.

TIRONI, S. P.; REIS, M. R.; GALON, L.; FREITAS, M. A. M.; COSTA, M. D.; SILVA, A. A.; BARBOSA, M. H. P.; PETERNELLI, L. A. Ação de herbicidas na atividade de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 747-754, 2009.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FAVERA, D. D.; BALARDIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakospora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 802-808. 2012.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A. **Fisiologia do sistema radicular**. 1. ed. São Paulo: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 882 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1. ed. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 23 p.

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

WIEBOLD, W. J.; PANCIERA, M. T. Vasculature of soybean racemes with altered intraraceme competition. **Crop Science**, v. 30, n. 5, p. 1089-1093, 1990.

ZHENG, R.; WU, Y.; XIA, Y. Chlorocholine chloride and paclobutrazol treatments promote carbohydrate accumulation in bulbs of *Lilium* Oriental hybrids 'Sorbone'. **Journal of Zhejiang University**, v. 13, n. 2, p. 136-144, 2012.

ZHOU, G.; NIMIR, N.; LU, S.; ZHAI, F.; WANG, Y.; Gibberellic acid and salinity affected growth and antioxidant enzyme activities in castor bean plants at early growth stage. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 4, p. 1340-1348, 2014.

## APÊNDICES

Apêndice I – Informações meteorológicas durante o ciclo da cultura da soja na, safra  
2015/16

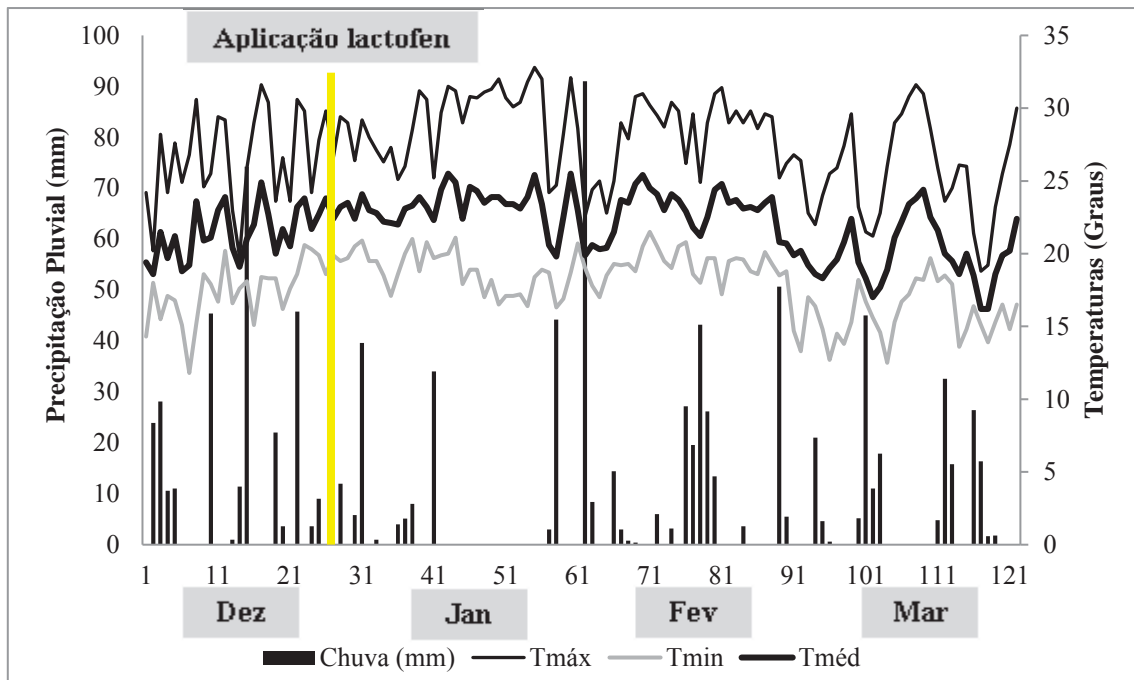


Figura 1 – Precipitação pluvial e temperaturas (máxima, mínima e média) registradas na safra agrícola 2015/16, correspondentes ao período de semeadura até a colheita da soja, no local do experimento, Passo Fundo. Fonte: Embrapa Trigo 2016.

Apêndice II – Estádios fenológicos da cultura da soja segundo Fehr e Caviness (1977)



Tabela – 12 Descrição sumária dos estádios de desenvolvimento da soja.

<b>Estádio</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones completamente abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
V4	Quarto nó	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V5	Quinto nó	Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V6	Sexto nó	Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V...	...	...
Vn	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal)
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento do grão	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
R6	Grão cheio ou completo	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule com coloração de madura
R8	Maturação plena	95% das vagem com coloração madura

\*Nó cotiledonar não é considerado. Nós unifoliolares são considerados com um nó, já que são opostos e ocupam a mesma altura no caule. Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam. Caule significa a haste principal da planta. Últimos nós se referem aos últimos nós superiores. Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

Apêndice III Fitotoxidez em folhas de soja causada pelo lactofen

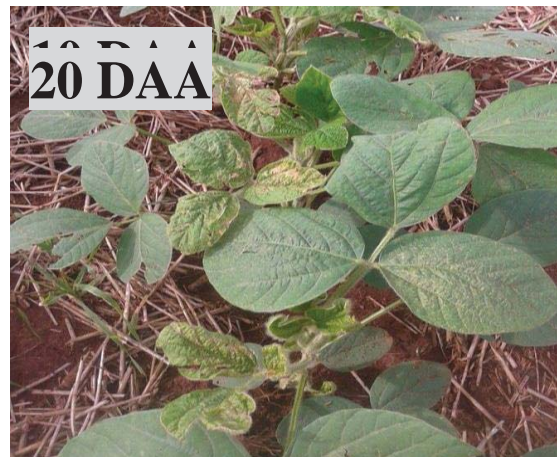
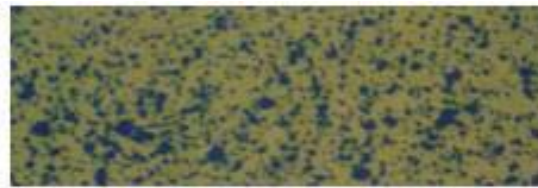


Figura 2 – Evolução da fitotoxidez causada pelo lactofen, aplicado em estágio V3 de desenvolvimento das plantas, na dose de 140 g i.a./ha, nos diferentes dias após a aplicação (DAA), cultivar BMX Potência RR. Passo Fundo, 2016.

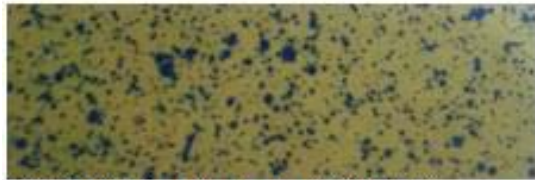
#### Apêndice IV – Impacto de gotas em cartões hidrossensíveis



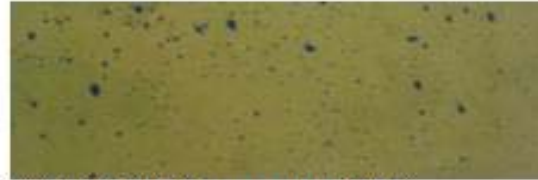
NA 5909 RG, 140 g i.a/ha, V3 (Sup)



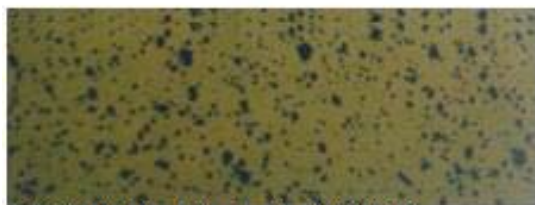
NA 5909 RG, Testemunha (Sup)



NA 5909 RG, 140 g i.a/ha, V3 (Méd)



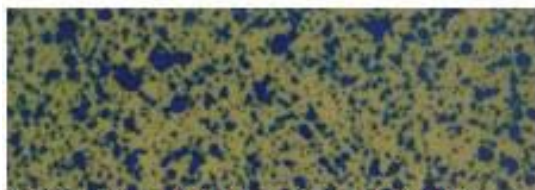
NA 5909 RG, Testemunha (Méd)



NA 5909 RG, 140 g i.a/ha, V3 (Inf)



NA 5909 RG, Testemunha (Inf)



BMX Potência RR, 140 g i.a/ha, V3 (Sup)



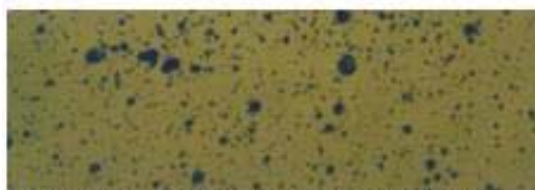
BMX Potência RR, Testemunha (Sup)



BMX Potência RR, 140 g i.a/ha, V3 (Méd)



BMX Potência RR, Testemunha (Méd)



BMX Potência RR, 140 g i.a/ha, V3 (Inf)



BMX Potência RR, Testemunha (Inf)

Figura 3 – Avaliação de deposição de gotas nos diferentes terços das plantas de soja de duas cultivares, submetidas à aplicação do lactofen no estágio fenológico V3 de desenvolvimento. Passo Fundo, 2016.



## **PPGAgro**

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV**