

**Qualidade da aplicação na cultura da soja em sistema integração lavoura-floresta e monocultura**

**Quality of the application in soybean in crop-forest integration system and monoculture**

DOI:10.34117/bjdv6n11-006

Recebimento dos originais: 03/10/2020

Aceitação para publicação: 03/11/2020

**Pedro Henrique de Souza Rangel**

Formação acadêmica mais alta: Mestre em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Endereço completo: Rua Ademar Francisco Matheus n°138, Vila Maria, Bandeirantes PR, CEP:86360-000

E-mail: pedrorangel.agro@gmail.com

**Luiz Augusto Inojosa Ferreira**

Formação acadêmica mais alta: Mestre em Agronomia/Doutorando em Agronomia

Instituição atual: Universidade Estadual de Maringá – UEM

Endereço completo: Rua Clementina Basseto, 336, Ap. 403, Zona 7, Maringá-PR, CEP:87030-110

E-mail: luizinojosaf@gmail.com

**Natãny Aparecida Paduan**

Formação acadêmica mais alta: Graduanda em Ciências Biológicas

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Endereço completo: Rua José Antônio mengato filho, 136, Bandeirantes-PR, CEP:86360-000

E-mail: natany\_paduan@hotmail.com

**João Victor de Oliveira**

Formação acadêmica mais alta: Engenheiro Agrônomo/Mestrando em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Endereço completo: BR369, KM 54, Campus Luiz Meneghel, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 86360-000, Bandeirantes/PR

E-mail: joaovictordeoliveira@hotmail.com

**Antônio Augusto Corrêa Tavares**

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Formação: Engenheiro Agrônomo/Mestrando em Agronomia

Endereço: Manoel Costa Duca, 126, Ourinhos-SP

Email: antonioactav@gmail.com

**Rone Batista de Oliveira**

Formação acadêmica mais alta: Doutor em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual do Norte do Paraná-UENP

Endereço completo: BR369, KM 54, Campus Luiz Meneghel, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 86360-000, Bandeirantes/PR

E-mail: rone@uenp.edu.br

**Marco Antonio Gandolfo**

Formação: Doutor em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Endereço: BR369, KM 54, Campus Luiz Meneghel, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 86360-000,  
Bandeirantes/PR

E-mail: gandolfo@uenp.edu.br

## RESUMO

Uma importante característica dos sistemas de integração lavoura-floresta (ILF) é a criação de um microclima na área em que ele é implantado, possibilitando a pulverização em condições mais amenas. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da aplicação na cultura da soja, com diferentes tecnologias e horários de pulverização, em sistema de integração lavoura-floresta e em monocultura. O trabalho foi composto por dois campos experimentais: o primeiro instalado no sistema de integração lavoura-floresta e o segundo em sistema de monocultura de soja, com 6 tratamentos em esquema fatorial 3x2, sendo 3 classes de gotas e 2 períodos de pulverização. Foram avaliadas a cobertura e depósito da pulverização nos estratos superior, médio e inferior da soja. A pulverização na cultura da soja no período vespertino aumentou o percentual de cobertura e depósito. A deposição da calda nos estratos da cultura não diferiu significativamente entre os sistemas quando a aplicação aconteceu no período matutino. Entretanto, quando a pulverização foi realizada no período vespertino, os valores médios de depósito foram maiores no sistema de monocultura. O estabelecimento do sistema de integração lavoura-floresta proporcionou redução da temperatura ambiente, no entanto, não foi suficiente para gerar melhorias na qualidade da aplicação.

**Palavras-chave:** classe de gotas, *Glycine max*, horário de aplicação, sistemas produtivos, tecnologia de aplicação.

## ABSTRACT

An important characteristic of crop-forest integration systems (CFI) is the creation of a microclimate in the area where it is implanted, allowing for spraying in milder conditions. The objective of the work was to evaluate the quality of the application on the soybean crop, with different technologies and spraying schedules, in a crop-forest integration system and in monoculture. The work consisted of two experimental fields: the first installed in the crop-forest integration system and the second in a soy monoculture system, with 6 treatments in a 3x2 factorial design, with 3 droplet sizes and 2 spray periods. Spray coverage and deposit in the upper, middle and lower soybean strata were evaluated. The spraying of soybeans in the afternoon increased the percentage of coverage and deposit. The deposition of the spray mix in the strata of the culture did not differ significantly between the systems when the application took place in the morning. However, when spraying was carried out in the afternoon, the average deposit values were higher in the monoculture system. The establishment of the crop-forest integration system reduced the ambient temperature, however, it was not enough to generate improvements in the quality of the application.

**Keywords:** drop class, *Glycine max*, application schedule, production systems, application technology.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma das culturas mais importantes no mundo devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional (Graziano et al., 2017).

Segundo a Conab (2020), estima-se que o crescimento na área plantada de soja em comparação com a safra passada seja de 2,6%, passando de 35,8 para 36,8 milhões de hectares.

Um dos grandes entraves na produtividade da cultura da soja está na ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, isso faz com que os produtores aumentem o uso de produtos fitossanitários (Bueno et al., 2017). A escolha correta da técnica de aplicação é um dos fatores determinantes para o sucesso na atividade agrícola, porém, nem sempre é fácil defini-la devido ao grande número de variáveis que interferem no processo. Dentre estas variáveis, a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento constituem alguns dos fatores climáticos de maior relevância para a aplicação de produtos fitossanitários. Além disso, o diâmetro das gotas, a deposição e a densidade de cobertura são aspectos fundamentais para a eficiência da aplicação (Yu et al., 2009; Almeida et al., 2016).

Um dos desafios no momento da pulverização está em ajustar a tecnologia para as diversas condições agrometeorológicas das áreas agrícolas (Costa et al., 2018). Afim de diminuir as perdas durante a pulverização, seja por deriva ou por evaporação das gotas, e para que a pulverização seja bem realizada, recomenda-se evitar operações quando a temperatura estiver acima de 30°C, a umidade relativa do ar estiver abaixo de 55% e a velocidade do vento for superior a 12 km h<sup>-1</sup> (Cunha et al., 2016). No entanto, em várias situações, devido a necessidade de realizar as pulverizações, essas condições não são atendidas (Silva et al., 2018).

Um dos grandes benefícios na implementação do sistema de integração lavoura-floresta está na criação de um microclima, que ocasiona a redução da amplitude térmica, aumento da umidade relativa do ar e diminuição da intensidade dos ventos na área (Balbino et al., 2011). Além disso, há menor pressão para abertura de novas áreas e melhorias na utilização dos recursos naturais. De modo geral, a presença do componente florestal proporciona menor variação de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, tornando o ambiente menos vulnerável a extremos climáticos (Ribaski et al., 2009).

Sendo assim, o microclima gerado pelo sistema integração lavoura-floresta pode influenciar a qualidade da aplicação, proporcionando condições meteorológicas favoráveis ao tempo de vida da gota e a penetração da calda nos estratos inferiores da cultura da soja, diminuindo também as perdas durante a pulverização. Além disso, o número de trabalhos referentes a este assunto é limitado, sendo necessário estudos para facilitar o entendimento e auxiliar na tomada de decisão no momento da pulverização.

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da aplicação na cultura da soja, com diferentes tecnologias e horários de pulverização, em sistema de integração lavoura-floresta e em monocultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Universidade Estadual do Norte do Paraná, em Bandeirantes – PR, durante a safra 2017/2018. As análises laboratoriais foram realizadas no “Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas” – NITEC.

Para a realização desta pesquisa, foram instalados dois campos experimentais: o primeiro em área de integração lavoura-floresta (ILF) e o segundo em sistema convencional com monocultura de soja, localizado à 300 metros do primeiro. Nas duas áreas, utilizou-se a cultivar de soja BMX Potência RR, com espaçamento entre linhas de 0,45m e densidade de 12 plantas  $m^{-1}$ . O espaçamento utilizado no plantio de eucalipto (sistema ILF) foi de 10 metros entre linhas e 2 m entre plantas.

O delineamento para ambos os experimentos foi de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Cada parcela possuía 3,5 m de largura por 20 m de comprimento, com bordadura de 0,5 m em cada extremidade, totalizando 47,5  $m^2$ . Os tratamentos foram compostos pelo esquema fatorial (3x2), com três modelos de pontas de pulverização, proporcionando três diferentes classes de gotas e dois horários de aplicação (matutino e vespertino), e estão descritos na Tabela 1. A pressão de trabalho e velocidade de deslocamento (2,05  $m s^{-1}$ ) foram ajustadas para proporcionar uma taxa de aplicação de 100 L  $ha^{-1}$  em todos os tratamentos.

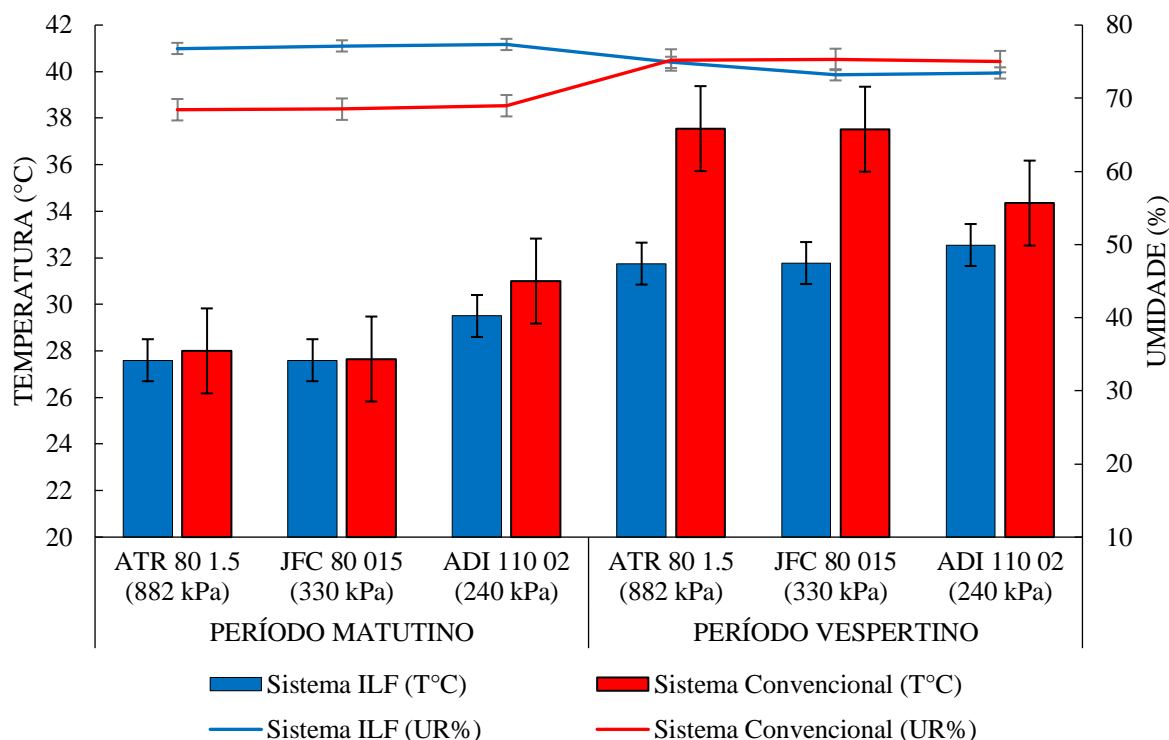
**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados no sistema de integração lavoura-floresta (ILF) e no sistema convencional com monocultura de soja.

Pontas de pulverização	Pressão de trabalho (kPa)	Classe de gotas	Início da aplicação
ATR 80 1.5	882	Muito Fina	07:00h
JFC 80 015	330	Fina	07:00h
ADI 110 02	241	Média	07:00h
ATR 80 1.5	882	Muito Fina	15:00h
JFC 80 015	330	Fina	15:00h
ADI 110 02	241	Média	15:00h

Para a aplicação dos tratamentos foi utilizado um pulverizador de parcela acoplado ao trator Agrale 4100 com adaptações, tais como: depósito de 50 litros, comando de pulverização CJ 42 A com alívio rápido, bomba JP42, manômetro, barra de 3,5 m de comprimento, com 7 bicos espaçados a 0,5 m entre si, operando a uma altura de 0,5 m em relação à parte mais alta da cultura. No momento da pulverização, a soja encontrava-se no estágio fenológico R4, caracterizado pelo grande enfolhamento da cultura e dificuldade de penetração das gotas nos estratos superior, médio e inferior das plantas (Cunha et al., 2014; Prado et al., 2015; Silva et al., 2014).

Durante a pulverização, a temperatura e a umidade relativa do ar foram monitorados dentro e fora do sistema de integração lavoura-floresta. Os dados coletados estão dispostos na Figura 1.

**Figura 1.** Condições de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante a pulverização dos tratamentos no sistema de integração lavoura-floresta e no sistema convencional.



A calda utilizada nas aplicações foi composta por água em mistura com os marcadores Azul Brillante FD&C-1 e Amarelo Fluorescente FD&C Yellow n.5, ambos na concentração de 0,6% v v<sup>-1</sup>. A calda foi preparada imediatamente antes das pulverizações e mantida em agitação constante através do retorno da bomba ao reservatório.

Para determinação da qualidade da aplicação, foram realizadas avaliações de depósito (mg cm<sup>-2</sup>) e cobertura (%) das folhas de soja. Nas duas avaliações, após a pulverização, foram georreferenciados 5 pontos amostrais e em cada ponto foram coletadas 2 folhas do terço superior, médio e inferior, totalizando 30 folhas por parcela e 120 folhas por tratamento.

Na avaliação de depósito, as folhas coletadas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos de 25 cm x 15 cm e posteriormente foram adicionados 25 mL de água destilada para realização da agitação e remoção do marcador Azul Brillante. O líquido resultante foi transferido para um recipiente plástico com identificação correspondente e realizado a leitura de absorvância por espectrofotômetro (630 nm), marca Femto®, modelo 600 S. Em seguida as folhas foram retiradas dos sacos plásticos e medida a sua área com a utilização do software Windias®. Por meio da confecção de uma curva padrão (com 18 diluições da calda conhecidas e os seus respectivos valores de absorvância) foi calculada uma equação linear ( $y = b + ax$ ) para possibilitar a determinação da concentração do corante, em mg L<sup>-1</sup>, em função da absorvância mensurada em cada amostra.

De posse dos valores de concentração foram determinados os volumes de calda retidos no alvo, em  $\mu\text{L}$ , pela equação:

(1)

$$V_i = [(C_f \times V_f) / C_i] \times 1000$$

$V_i$ : volume capturado pelo alvo ( $\mu\text{L}$ );

$C_f$ : concentração do corante detectada em espectrofotômetro o qual foi fornecido pela equação linear ( $\text{mg L}^{-1}$ );

$V_f$ : volume que foi utilizado na lavagem da amostra ( $\text{mL}$ );

$C_i$ : concentração do corante na calda ( $\text{g L}^{-1}$ ).

O volume de calda retido no alvo foi dividido por sua respectiva área foliar ( $\text{cm}^{-2}$ ) para determinação do depósito em volume/área ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), sendo este denominado como depósito efetivo e/ou absoluto.

Para a avaliação da cobertura da pulverização, as folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel de 30 cm x 20 cm para armazenamento e proteção das amostras, principalmente contra a incidência de raios solares que pudessem degradar o corante marcador.

Em seguida, a cobertura foi quantificada por observação da face adaxial das folhas de soja em ambiente escuro com iluminação ultravioleta, comparando-as a uma escala pré-definida. Para a confecção da escala foram coletadas 50 folhas ao acaso de plantas pulverizadas nas mesmas condições do ensaio, e em seguida, selecionadas onze folhas com coberturas variando de 0 a 100%, com intervalos de 10%, correspondendo à mínima e máxima cobertura obtida pela tecnologia adotada.

Foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk ( $P < 0,05$ ) e a homogeneidade de variância pelo teste de Levene para aplicação da análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de cobertura (%) e depósito ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), referentes aos experimentos realizados no sistema de integração lavoura floresta (Figuras 2 e 3) e no sistema de monocultura (Figuras 4 e 5), demonstraram diferenças em relação ao horário de pulverização e o modelo de ponta utilizada ao se analisar os estratos inferior, médio e superior da cultura da soja.

Figura 2. Cobertura (%) na superfície das folhas de soja nos estratos inferior, médio e superior em função de três classes de gotas nos períodos matutino e vespertino no sistema integração lavoura-floresta.

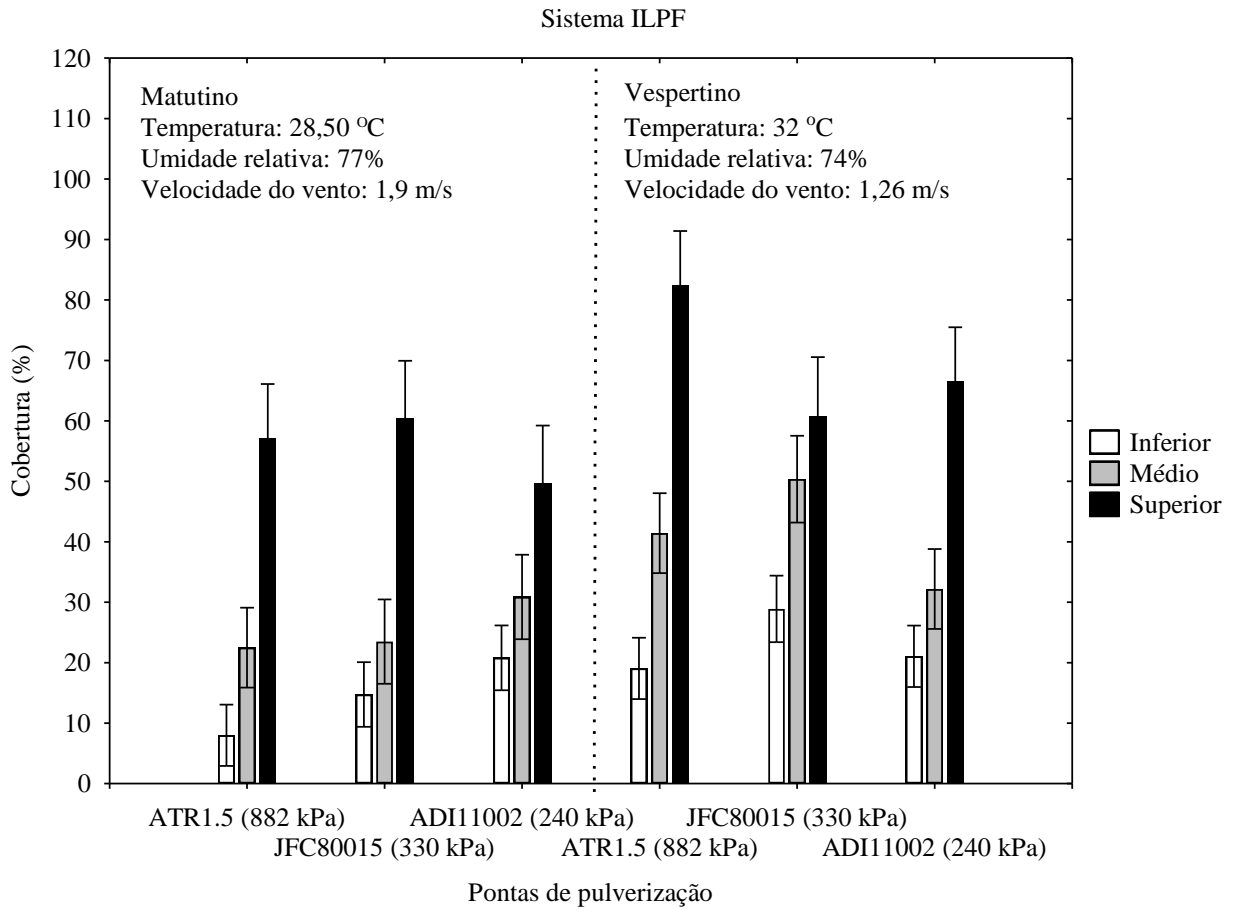
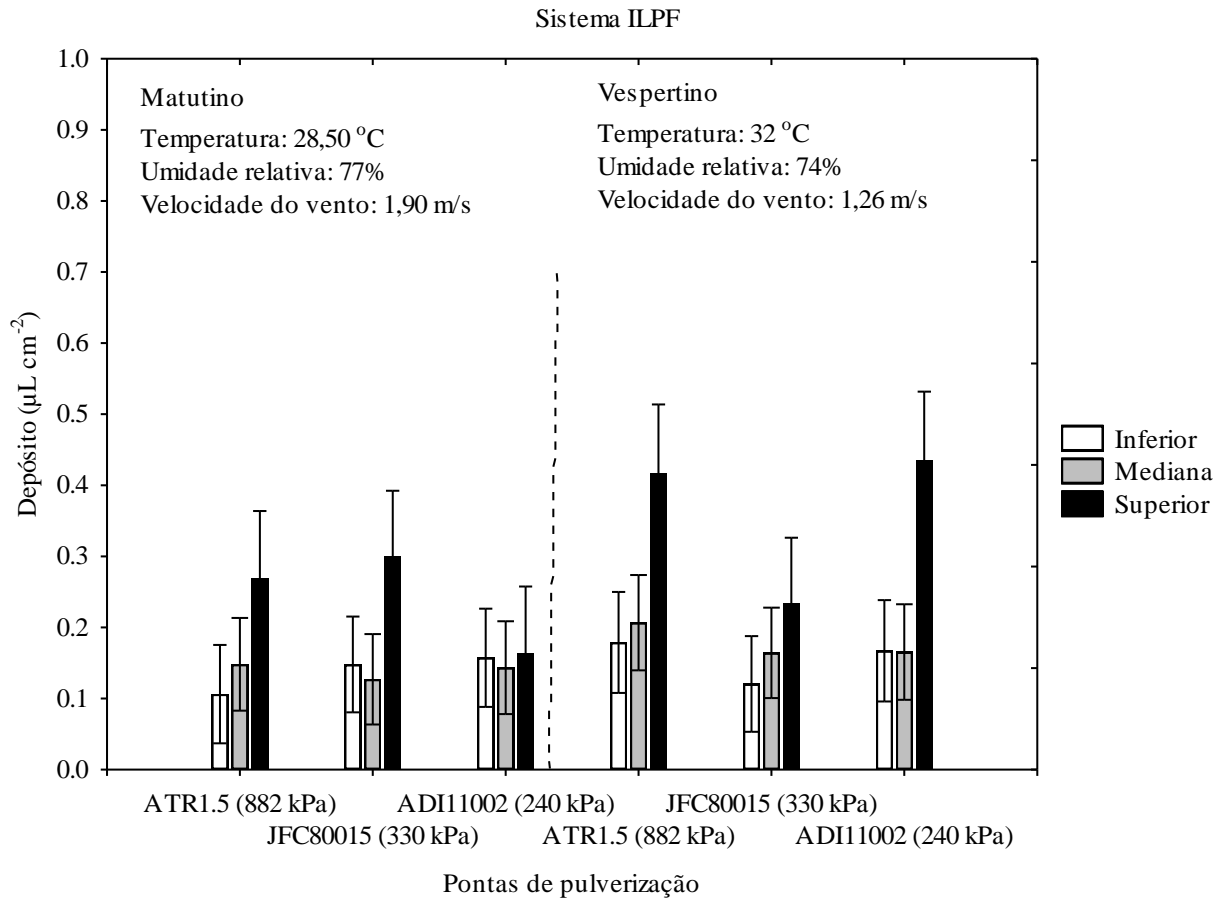


Figura 3. Depósito ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) na superfície das folhas de soja nos estratos inferior, médio e superior em função de três classes de gotas nos períodos matutino e vespertino no sistema integração lavoura-floresta.



Analisando a cobertura e o depósito, observa-se, em todas as situações, a presença de comportamento decrescente do estrato superior para o inferior. Isso ocorre principalmente pelo “efeito guarda-chuva” gerado pelas folhas do estrato superior, que impedem ou reduzem a penetração das gotas no terço inferior do dossel da cultura. A penetração e a deposição de gotas no estrato inferior, local de maior alimentação e infecção das pragas e doenças, é um dos maiores desafios da tecnologia de aplicação (Costa et al., 2018). Resultados semelhantes foram encontrados em estudo conduzido por Weber et al. (2017), que observaram maior volume da calda aplicada no estrato superior do dossel da cultura.

De maneira geral, a pulverização no período vespertino aumentou o percentual de cobertura e depósito absoluto nos estratos superior, médio e inferior da cultura da soja, independente da classe de gota utilizada. Esses resultados foram observados mesmo com condições de alta temperatura quando comparado ao período matutino, onde a temperatura se apresentava mais amena. Tal fato pode ser explicado pela alteração na angulação das folhas de soja, ocasionado principalmente pelo aumento da incidência solar e temperatura. Essa relação fica ainda mais evidente quando se analisam somente os dados obtidos no sistema de monocultura (Figuras 4 e 5), onde a variação das condições meteorológicas



foi mais acentuada quando comparada ao sistema de integração lavoura-floresta, apresentando, no período vespertino, temperatura de 36,48°C.

**Figura 4.** Cobertura (%) na superfície das folhas de soja nos estratos inferior, médio e superior em função de três classes de gotas nos períodos matutino e vespertino no sistema de monocultura.

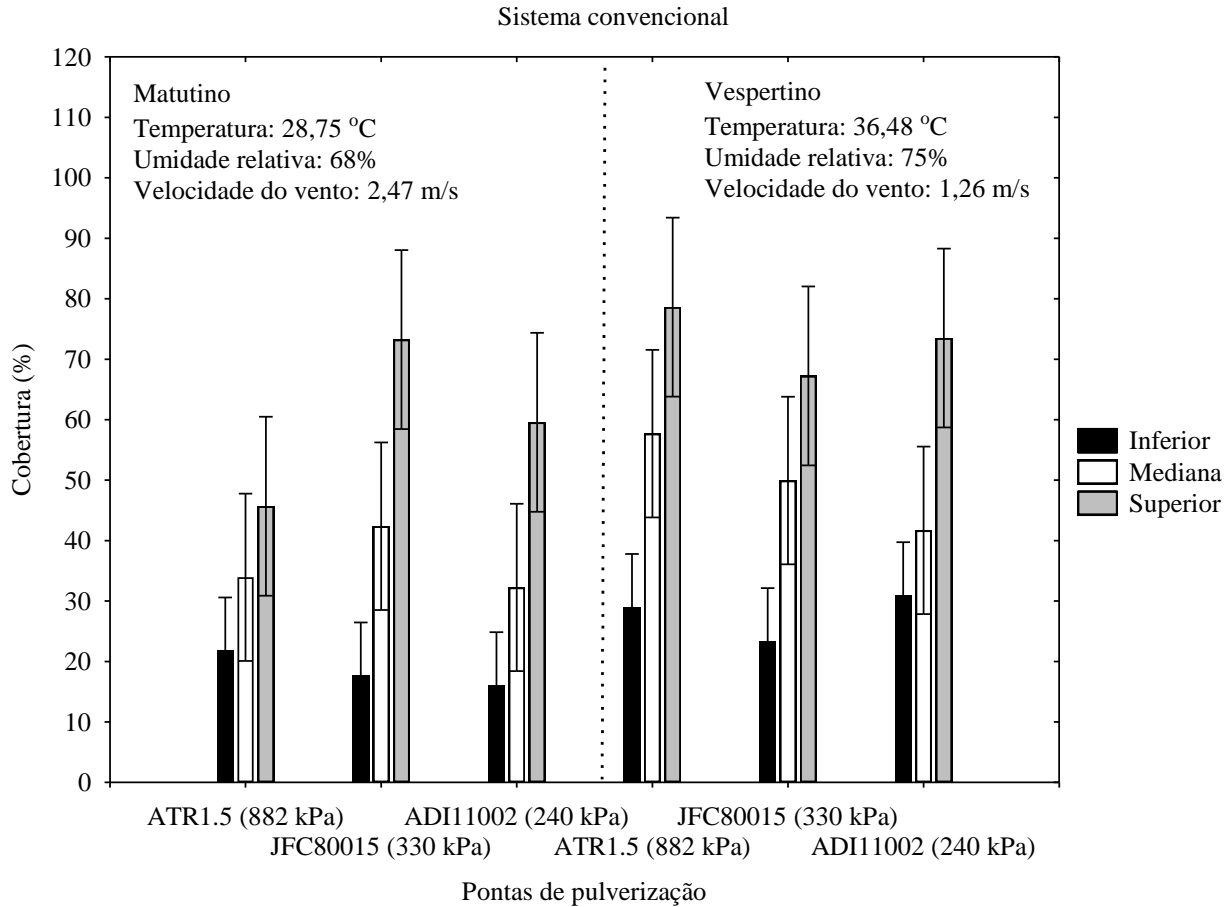
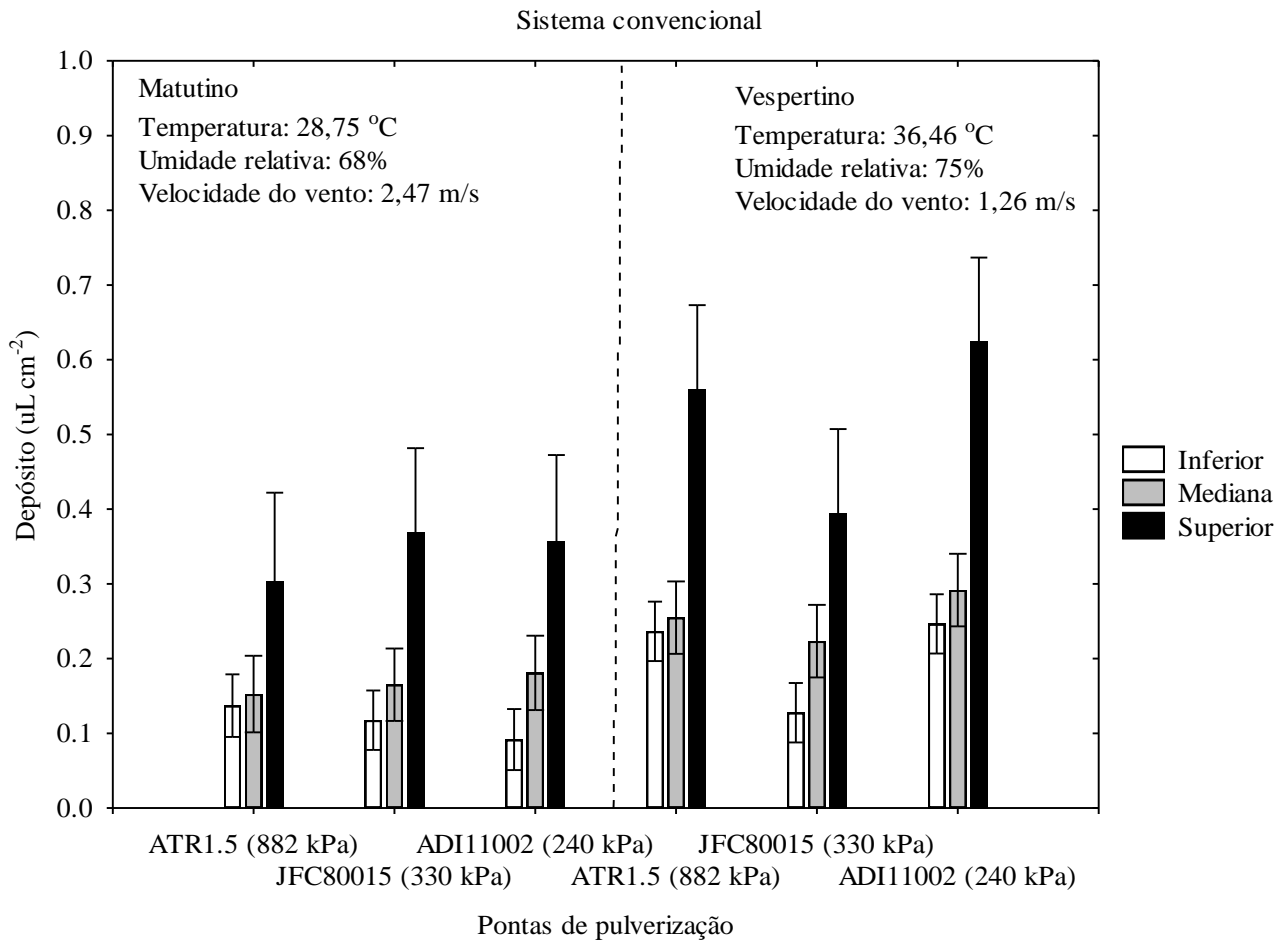


Figura 5. Depósito ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) na superfície das folhas de soja nos estratos inferior, médio e superior em função de três classes de gotas nos períodos matutino e vespertino no sistema de monocultura.



Para aumentar as taxas fotossintéticas através da maior interceptação de luz, ou evitar danos pelo excesso de sol, as plantas de soja possuem movimentos reversíveis dos folíolos durante o dia (Rakocevic et al., 2010). Nas primeiras horas do dia, em condições meteorológicas amenas, a posição das folhas tende a ficar na horizontal. Ao longo do dia, este posicionamento tende para a vertical com as extremidades voltadas para cima, devido ao aumento da incidência solar (Boller et al., 2011).

Em pesquisa realizada por Müller (2018), foi constatado o heliotropismo na cultura da soja. As plantas demonstraram uma resposta geral de evitar raios solares diretamente sobre as lâminas foliares, tanto de folíolos centrais como laterais. As aplicações realizadas nos horários próximos ao meio dia demonstraram maior eficiência, atingindo o interior do dossel vegetativo.

Ao relacionar tal fato com os resultados obtidos no trabalho, fica evidente que a alteração na angulação das folhas de soja no período vespertino, devido ao aumento da incidência solar e temperatura, favoreceu a penetração das gotas no dossel da cultura, aumentando o percentual de cobertura e o depósito nos estratos superior, médio e inferior.

Em pesquisa com o objetivo de avaliar a qualidade da pulverização no dossel da cultura da soja em três períodos do dia foram observados resultados semelhantes, onde, a cobertura e o depósito nos estratos médio e inferior foram maiores quando a pulverização foi realizada às 14:00h, com condições de temperatura média de 36,8°C e umidade relativa do ar de 51% (Graziano et al., 2017).

Comparando os resultados médios de depósito ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), não ocorreram diferenças entre os modelos de pontas utilizadas dentro de cada período de pulverização. Mesmo com uma porcentagem de cobertura relativamente menor, o volume de calda presente em gotas grossas é superior ao volume presente em gotas finas. Dessa forma, mesmo com menor distribuição das gotas, o volume depositado tende a não variar.

Quanto aos resultados de depósito obtidos no sistema de monocultura e no sistema de integração lavoura-floresta, não foram observadas diferenças entre os sistemas quando a aplicação ocorreu no período matutino. Entretanto, quando a pulverização foi realizada no período vespertino, os valores médios de depósito foram maiores no sistema de monocultura. Esse fato reforça a hipótese da alteração na angulação das folhas da cultura citada anteriormente.

Os resultados obtidos vão em desacordo com os apresentados em outros trabalhos, que em condições meteorológicas adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento, a cobertura e o depósito nos estratos da planta diminuem (Cross et al., 2001). Balan et al. (2008) recomendam que as pulverizações de produtos fitossanitários sejam realizadas pela manhã ou ao final da tarde, a fim de evitar altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e conseqüentemente a evaporação rápida do produto aplicado e perdas por deriva.

De modo geral, é importante salientar que não se deve analisar as condições meteorológicas, situação fisiológica e morfológica da planta e a tecnologia de aplicação utilizada de forma isolada. É fundamental que essa análise seja realizada de forma conjunta para o correto ajuste da tecnologia empregada, e para a obtenção de maior eficiência na cobertura e no depósito em todo o dossel da planta, principalmente no estrato inferior.

#### **4 CONCLUSÕES**

A cobertura e o depósito apresentam comportamento decrescente nos estratos superior, médio e inferior.

Aplicações realizadas no período vespertino favoreceram a cobertura e o depósito da pulverização independente da ponta utilizada.

O estabelecimento do sistema de integração lavoura-floresta proporcionou redução da temperatura ambiente, no entanto, não foi suficiente para gerar melhorias na qualidade da aplicação.

**REFERÊNCIAS**

- ALMEIDA, D.P. et al. 2016. Application volumes and sizes of droplets for the application of diquat herbicide in the controle of *Eichhornia crassipes*. *Planta Daninha*, v.34, n.1, p.171-179.
- BALAN, M.G. et al. 2008. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. *Semina: Ciências Agrárias*, v.29, n.2, p.293-298. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n2p293>
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. 2011. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, Embrapa. 130p.
- BOLLER, W.; FERREIRA, M.C.; COSTA, D.I. 2011. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. *Revista Plantio Direto*, v.121, p.33-37.
- BUENO, M.R.; CUNHA, J.P.A.R.; SANTANA, D.G. 2017. Assessment of spray drift from pesticide applications in soybean crops. *Biosystems Engineering*, v.154, p.35-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.10.017>.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: jan 27, 2019.
- COSTA, L.L. et al. 2018. Insecticide spraying in soybean plants: Different nozzles models and agrometeorological conditions. *Engenharia Agrícola*, v.38, n.5, p.673-679. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v38n5p673-679/2018>.
- CROSS, J.V. et al. 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. *Crop Protection*, v.20, n.4, p.333-343. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00163-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00163-0).
- CUNHA, J.P.A.R.; JULIATTI, F.C.; REIS, E.F. 2014. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. *Bioscience Journal*, v.30, n.4, p.950-957.
- CUNHA, J.P.A.R. et al. 2016. Pesticide application windows in the region of Uberlândia-MG, Brazil. *Bioscience Journal*, v.32, n.2, p.403-411. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n2a2016-31920>.
- GRAZIANO, C.E.P.L. et al. 2017. Spraying quality of crop protection products using two droplet spectra in three periods of the day. *Engenharia Agrícola*, v.37, n.6, p.1183-1189. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n6p1183-1189/2017>.
- MULLER, M. 2017. Arquitetura de plantas de soja: Interceptação de radiação solar, deposição de produtos fitossanitários e produtividade. Dissertação de Mestrado, Universidade de Passo Fundo, Pós-Graduação em Agronomia.
- PRADO, E.P. et al. 2015. Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. *Engenharia Agrícola*, v.35, n.3, p.514-527. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p514-527/2015>.

RAKOCEVIC, M. et al. 2010. Heliotropic responses of soybean cultivars at three phenological stages and under two water regimes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n.7, p.661-670. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000700005>.

RIBASKI, J. et al. 2009. Experiências com sistemas silvipastoris em solos arenosos na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. In: *Workshop integração lavoura-pecuária-floresta no bioma pampa*.

SILVA, A.F.; OLIVEIRA, R.B.; GANDOLFO, M.A. 2018. Mapping of the time available for application of pesticides in the state of Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.40:e39421. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.39421>.

SILVA, B.M. et al. 2014. Deposition of spray solutions applied with jet plane spray nozzles on different parts of the plants of soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). *Engenharia na Agricultura*, v.22, n.1, p.17-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.V22N01A02>.

WEBER, N.C. et al. 2017. Deposição de calda ao longo do dossel na cultura da soja utilizando pulverizador equipado com controlador de fluxo. *Engenharia na Agricultura*, v.25, n.5, p.459-468. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v25i5.843>.

YU, Y. et al. 2009. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. *Biosystems Engineering*, v.101, n.3, p.1-11.