

MÁRCIO LUIZ MOURA SANTOS

**VOLUME DE CALDA E HORÁRIO DA APLICAÇÃO NO CONTROLE DE
DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)**

Botucatu

2020

MÁRCIO LUIZ MOURA SANTOS

**VOLUME DE CALDA E HORÁRIO DA APLICAÇÃO NO CONTROLE DE
DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Energia na Agricultura)

Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi

Botucatu

2020

S237v

Santos, Marcio Luiz Moura

Volume de calda e horário da aplicação no controle de doenças na cultura da soja (Glycine max) / Marcio Luiz Moura Santos. -- Botucatu, 2020

77 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi

1. Tecnologia de aplicação. 2. Horário de aplicação. 3. Fungicidas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

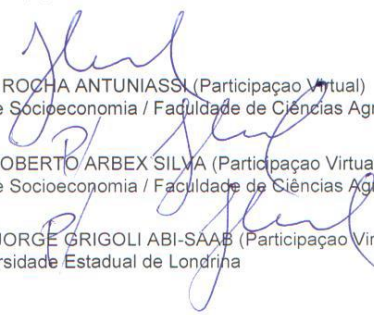
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VOLUME DE CALDA E HORÁRIO DA APLICAÇÃO NO CONTROLE DE
DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

AUTOR: MÁRCIO LUIZ MOURA SANTOS

ORIENTADOR: ULISSES ROCHA ANTUNIASI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA
NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ULISSES ROCHA ANTUNIASI (Participação Virtual)
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA (Participação Virtual)
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. OTAVIO JORGE GRIGOLI ABI-SAB (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Estadual de Londrina

Botucatu, 03 de dezembro de 2020

**Ao meu pai Cezar Santos,
minha mãe Ana Amélia,
meu irmão Marcelo
e meus avós Dermeval, Edna,
Juvenal (in memoriam) e Santa (in
memoriam)**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar minha vida pelos melhores caminhos.

Aos meus pais, Cezar e Amélia, por todo apoio e dedicação, além de ensinamentos durante toda a vida.

Ao meu irmão, Marcelo, pela amizade e incentivo que fazem a diferença durante minha vida.

A toda minha família, meus avós Dermeval, Edna, Juvenal (in memoriam) e Santa (in memoriam), além dos meus tios e primos, por toda amizade e incentivo ao longo dos anos.

Ao professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, pela orientação, pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

A todos os meus amigos da FCA/UNESP, por toda amizade durante esses anos.

A todos os meus amigos da Agroefetiva, pela amizade, companheirismo e oportunidades.

A todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, por toda colaboração, ajuda e amizade durante o mestrado.

Aos professores Dr. Paulo Arbex, Dr. Otávio J. G. Abi-Saab, Dr. Caio Carbonari, por compor as minhas bancas de qualificação e defesa e contribuir com sugestões e conselhos para a minha pesquisa.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil, pela bolsa de estudos concedida.

RESUMO

Diversas doenças estão presentes na cultura da soja ao longo do seu ciclo, sendo a ferrugem asiática a principal delas. Para o controle dessas doenças, muitas vezes é necessário realizar a pulverização de produtos químicos, porém para uma aplicação de qualidade é necessário observar alguns fatores como o volume de calda e o horário de aplicação. O objetivo desse trabalho foi comparar a campo a influência do tipo de produto com as aplicações diurnas e noturnas em diferentes volumes de calda, para o controle da ferrugem asiática e de outras doenças na cultura da soja. A pesquisa de campo considerou um total de doze tratamentos, resultantes da combinação de 3 caldas de fungicidas, 2 volumes de calda e 2 períodos de aplicação. As caldas foram constituídas pelos produtos comerciais Vessarya (EC, picoxistrobina 100 g L⁻¹ p.c. e benzovindiflupir 50 g L p.c., sistêmico) e Previnil (SC, clorotalonil 720,0 g L⁻¹ m v⁻¹, protetor), aplicados isolados e em mistura em tanque. Os volumes de calda foram 50 L ha⁻¹ e 150 L ha⁻¹. O trabalho foi segmentado em diferentes ensaios com fatoriais duplos, divididos em avaliações referentes à tecnologia de aplicação e avaliações referentes às interações das caldas de fungicida com os horários de aplicação. Todos os tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Os parâmetros avaliados foram: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para a Ferrugem e para as doenças de final de ciclo (DFC), produtividade (Kg. ha⁻¹) e Peso de Mil Grãos (PMG). Também foi realizado um experimento de laboratório a fim de verificar o espectro de gotas dessas caldas. O maior diâmetro mediano volumétrico (DMV) foi encontrado foi da calda Previnil, e o menor DMV com a calda Vessarya. O Previnil e o volume de calda de 50 L ha⁻¹ apresentaram o maior percentual de gotas menores do que 100 µm (V100). Em todos os experimentos a aplicação diurna ou a maior taxa de aplicação apresentou melhores índices de controle das doenças, refletindo em maiores produtividade ou aumento da massa de grãos. Nos tratamentos com o Previnil isolado, o maior volume de calda resultou em menor severidade de ferrugem, independente do horário aplicado. No volume de calda de 50 L ha⁻¹ a aplicação diurna obteve menor severidade da doença se comparada a aplicação noturna com o mesmo volume. Para as DFC, a aplicação diurna foi determinante para o melhor controle das doenças, mesmo no menor volume de calda. Esse resultado de melhor controle das doenças no período diurno e no maior

volume de calda foi refletido em maior produtividade e PMG para esses tratamentos. Com o Vessarya isolado ocorreu o mesmo comportamento de menor severidade das doenças no período diurno, independente do volume de calda utilizado, também refletindo em maiores produtividades, porém nesse caso não houve diferença significativa no PMG entre os tratamentos. Na associação dos dois produtos manteve-se o mesmo padrão, com menor severidade da doença no maior volume de calda e com aplicações diurnas, rendendo uma redução de 83% na incidência de DFC em comparação a testemunha.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Fitossanidade. Fungicida. *Phakopsora pachyrhizi*.

ABSTRACT

Several diseases are present in soybean culture throughout its cycle, with Asiatic rust being the main one. For the control of these diseases, it is often necessary to spray chemical products, however to perform a quality application it is necessary to observe some factors such as the volume of spray solution and the time of application. The aim of this research was to compare in the field the influence of the type of product with the day and night applications and different volume of spray solution, for the control of asiatic rust and other diseases in soybean culture. The field research considered a total of twelve treatments, resulting from the combination of 3 fungicide spray solution, 2 volume of spray solution and 2 application periods. The spray solutions consisted of the commercial products Vessarya (EC, picoxystrobin 100 g L⁻¹ pc and benzovindiflupir 50 g L pc, systemic) and Previnil (SC, chlorothalonil 720.0 g L⁻¹ m v⁻¹, protector), applied alone and tank mix. The spray volumes were 50 L ha⁻¹ and 150 L ha⁻¹. The work was segmented in different tests with double factorials, divided into evaluations regarding the application technology and evaluations regarding the interactions of the fungicide mixtures with the application times. All treatments were subjected to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5%. The parameters evaluated were: Area Below the Disease Progress Curve (ABDP) for Rust and DFC, productivity (Kg. Ha⁻¹) and Weight of a thousand grains (PMG). A laboratory experiment was also carried out to verify the droplet spectrum of these mixtures. The largest DMV found was Previnil, and the lowest DMV with Vessarya. Previnil and the spray volume of 50 L ha⁻¹ showed the highest V100. In all experiments, daytime application or the largest volume of spray solution presented better disease control rates, reflecting higher productivity or increased grain mass. In treatments with Previnil, the greater volume of spray solution resulted in less rust severity, regardless of the time applied. In the spray volume of 50 L ha⁻¹, daytime application obtained less disease severity when compared to nighttime application with the same volume. For DFC, daytime application was crucial for better disease control, even in the smallest volume of spray solution. This result of better disease control during the day and the greater volume of spray solution was reflected in higher productivity and weight of a thousand grains for these treatments. With Vessarya, the same behavior of lower

severity of diseases occurred during the day, regardless of the volume of spray solution used, also reflecting in higher productivity, however in this case there was no significant difference in PMG between treatments. In the combination of the two products, the same pattern was maintained, with less disease severity in the greater volume of syrup and with daytime applications, yielding an 83% reduction in the incidence of DFC compared to the control.

Keywords: Application technology. Plant health. Fungicide. *Phakopsora pachyrhizi*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	A cultura da soja.....	17
2.2	Principais doenças e métodos de controle	18
2.3	Tecnologia de Aplicação.....	19
2.4	Volume de calda	21
2.5	Horário de aplicação	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Local e manejo da cultura.....	26
3.2	Condução das aplicações.....	27
3.3	Tratamentos e análise estatística.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	Espectro de gotas.....	32
4.2	Avaliação de campo	37
	4.2.1 Avaliações referentes aos parâmetros de tecnologia de aplicação...37	
	4.2.2 Avaliações referentes às interações das caldas de fungicida com os horários de aplicação	53
5	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A	76
	APÊNDICE B	77

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a principal cultura em termos econômicos do país e a que ocupa a maior área plantada. Essa cultura é acometida por diversas doenças, sendo que a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é a principal delas, podendo causar grandes prejuízos de produtividade se não for controlada corretamente, principalmente devido à desfolha precoce. Atualmente as principais variedades de soja com alto teto produtivo não possuem resistência a essa doença, ao mesmo tempo em que populações desse fungo estão cada vez menos sensíveis aos fungicidas sistêmicos. Neste cenário, o uso de produtos multissítios ou protetores nos programas de aplicação é uma necessidade para assegurar a eficácia de controle e manejar a tolerância dos patógenos.

Cada vez mais se busca a eficiência dos fungicidas sistêmicos associados aos multissítios, em alternância ou misturas, baseando-se na fungitoxicidade e sinergismo dos ativos, bem como no modo de ação e de aplicação. Ainda há a importância de se relacionar à tecnologia de aplicação e do entendimento das características funcionais das caldas fungicidas.

A tecnologia de aplicação é um fator preponderante para que os fungicidas desempenhem seu melhor potencial no sistema. Se mal utilizada, reduz consideravelmente a chance de sucesso do tratamento pela má cobertura e alcance dos alvos. Alguns dos fatores de sucesso ou insucesso na tecnologia de aplicação resultam do horário/período e do volume de aplicação em função, sobretudo da cobertura, deposição, redistribuição e redução de deriva. Para produtos de contato ou protetores, estes efeitos podem ser ainda maiores, pois eles necessitam que o produto atinja boa parte do dossel da cultura para conseguir o controle satisfatório. Muitas vezes o produtor visa à redução indiscriminada do volume de calda a fim de garantir melhor desempenho operacional da sua atividade, porém, essa redução de maneira desordenada pode prejudicar a cobertura dos alvos, não garantindo o efeito desejado da aplicação.

O horário de aplicação também é de extrema importância, na medida em que se devem respeitar as condições meteorológicas adequadas para fazer uma aplicação de qualidade. Para o controle efetivo da ferrugem e de doenças que se iniciam no

terço inferior da planta, o ideal é utilizar pontas que gerem gotas mais finas, devendo tomar mais cuidado com as condições meteorológicas e fazer aplicação no período do dia em que tem condições mais amenas. À noite, é muito mais favorável de conseguir essas condições para aplicação, porém, alguns fatores podem influenciar negativamente a qualidade da aplicação noturna, como a maior presença de orvalho e a atividade fisiológica da planta.

Dessa forma, o objetivo foi comparar a campo a influência do tipo de produto com as aplicações diurnas e noturnas em diferentes volumes de calda, para o controle da ferrugem asiática e de outras doenças na cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* Merrill) é uma leguminosa de ciclo anual, herbácea que pertencente à família Fabaceae. O seu porte e ciclo de vida pode variar de acordo com a variedade (SEDIYAMA et al., 1985). A soja é sensível ao fotoperíodo, ao aumentar a duração da noite, induz a mudança de fase vegetativa para reprodutiva, sendo conhecida como planta de dia curto.

A soja é a principal fonte de proteína utilizada na alimentação animal, por apresentar alto teor de proteína, além de teor elevado de óleo. A sua provável origem foi na China, porém no Brasil houve uma rápida adaptação, junto com o desenvolvimento de cultivares que permitam o seu cultivo em ampla parte do território brasileiro. A soja foi uma das principais culturas responsáveis pelo desenvolvimento, expansão e povoamento da região central do Brasil a partir do bioma cerrado na década de 80, se tornando, desde então, a principal cultura em termos econômicos do país, sendo produzida em larga escala com alta taxa de exportação, representando cerca de 40% das culturas plantadas no país e cerca de 50% da produção de grãos (FRANCO, 2016). A área plantada na safra 2019/2020 apresentou incremento de 2,6% em relação à safra anterior (Conab, 2020). Nessa safra, a produção foi de aproximadamente 124 milhões de toneladas, representando um aumento de 8% em relação à safra anterior, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (Conab, 2020). Por conta desses números, o Brasil se torna o maior produtor e processador da soja em grão do mundo, ocupando, ainda, o primeiro lugar no ranking mundial de exportação de soja, farelo e óleo (USDA, 2020).

Para conseguir manter ou até melhorar esses números, é preferível conseguir fazer com que as plantas atinjam seu potencial máximo, diminuindo o máximo possível dos fatores externos que possam atrapalhar de alguma forma o desenvolvimento da cultura e consequentemente a produtividade final. O Brasil aumentou entre quatro a cinco vezes a produção agrícola numa mesma área em comparação à década de 70, significando melhor aproveitamento de área ao longo dos anos (SINDIVEG, 2020). Fatores como qualidade de semente, época de

semeadura, qualidade de plantio, adubação e problemas fitossanitários são de extrema importância e muitas vezes são fatores primários para definir essa maior produtividade em uma área (JUHÁSZ et al. 2013). Dentro dos problemas fitossanitários, está o ataque de pragas, competição com plantas daninhas e problemas com doenças que ocasionam perdas significativas na produção durante a safra.

2.2 Principais doenças e métodos de controle

Para manter essa elevada produção dessa cultura no país, o controle de doenças é de extrema importância (JUHÁSZ et al. 2013). Essa cultura é acometida por mais de 40 doenças, sendo a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) a principal delas (FIALLOS, 2011). Na safra 2000/2001 surgiu à primeira ocorrência da doença no país, sendo que a partir da safra 2003/2004 essa doença se proliferou por quase todas as regiões produtivas, causando grandes prejuízos econômicos (YORINORI et al., 2004). Segundo a Embrapa, nesse ano houve perdas em torno de 4,5 milhões de toneladas de soja com prejuízo de R\$ 2 bilhões. Na safra 2016/2017 estimou-se um custo de R\$ 8,3 bilhões com fungicidas na cultura da soja, sendo que 96% dos custos com fungicidas foram utilizados para controle da ferrugem asiática (CEPEA, 2017). O CEPEA estima que o não controle dessa doença geraria um prejuízo final para os produtores no plantio da soja de R\$ 3,37 bilhões em detrimento ao lucro de R\$ 8,32 bilhões que ocorreu, ocasionando em quase R\$ 12 bilhões de perdas ao produtor de soja.

O principal sintoma ocasionado por essa doença é a senescência precoce das folhas (desfolha), diminuindo a fotossíntese e comprometendo o enchimento das vagens e não permitindo que a cultura alcance o seu máximo de produção (GODOY, 2012). Os sintomas iniciais ocasionados por *P. pachyrhizi* causam pequenos pontos de cerca de 2mm a 5mm de diâmetro principalmente no baixeiro das plantas de soja, sendo caracterizados por sua coloração mais escura do que a folha sadia da cultura (SEIXAS et al., 2018). A germinação desse fungo acontece primordialmente quando há condições ambientais que as favoreçam, como presença de umidade e temperatura mais amena (HENNING et al., 2014). Então, o fechamento rápido da cultura visando o controle mais eficiente de plantas daninhas pode acabar

favorecendo essas condições no interior do dossel para a proliferação da ferrugem asiática (CUNHA et al. 2011), além de prejudicar a penetração das gotas no interior da cultura e exigir uma preocupação maior com a tecnologia de aplicação nesses casos.

Outras doenças como o oídio, mofo branco, septoriose e mancha alvo também podem causar perdas significativas de produtividade e no lucro final do produtor, também sendo caracterizadas como doenças importantes nessa cultura (ITO, 2013).

Atualmente, o controle eficiente dessas doenças ainda é um desafio, visto que a maioria das cultivares com alto teto produtivo são suscetíveis a essas doenças. Desta forma, o controle químico, a partir da pulverização de produtos fitossanitários se torna a principal forma de controle (HIKISHIMA et al. ,2010).

O controle químico mais comum a ser realizado é a partir de produtos chamados de sítio-específicos, ou seja, atuam principalmente em um ponto específico do metabolismo do fungo (GODOY, 2017), principalmente os sistêmicos. Porém, casos de tolerância aos produtos sítio-específicos já foram relatados (GODOY & MEYER et. al., 2014; REIS et. al., 2018) por conta de esse controle ser feito através de uma única via do metabolismo do patógeno.

Para tentar manter a eficiência de controle mesmo nesses casos de resistência aos produtos sítio específicos, uma alternativa é fazer a associação desses produtos com produtos multissítios ou protetores (FIALLOS & FORCELINI, 2013). Os multissítios atuam por meio de diferentes mecanismos e modos de ação, podendo afetar várias vias metabólicas do fungo como a interferência em enzimas e na respiração (REIS et al., 2019). Por conta dos diversos meios de controlar o fungo, a utilização dos multissítios diminui o risco de seleção de populações do patógeno resistentes. Alguns trabalhos já evidenciaram essa nova tendência de mesclar ou misturar aplicações com esses dois tipos de fungicidas para um controle mais eficiente das doenças (SOUZA, 2017; DREHMER, et. al., 2018; NETTO, 2018).

2.3 Tecnologia de Aplicação

O Brasil é um dos principais mercados mundiais de comercialização de defensivos agrícolas, ocupando a sétima colocação entre os países que usam defensivos por área (VELINI; CARBONARI, 2019), além de ser o 13º que mais emprega defensivo agrícola por quantidade de produto agrícola produzido (SINDIVEG, 2020). Devido à importância da soja no país, essa cultura é que mais demanda investimentos nesses produtos, representando mais de 55% da comercialização de defensivos no país (SINDIVEG, 2020).

Para a aplicação correta desses produtos amplamente utilizados no país, é necessário ter conhecimento de todos os fatores e variáveis para definir a estratégia de controle adequada. A tecnologia de aplicação visa auxiliar a deposição correta de produtos químicos na lavoura, garantindo que o produto atinja o alvo biológico (planta, solo, praga), de modo que haja o controle esperado e gere o mínimo de perdas para o ambiente, garantindo uma aplicação eficiente, mais econômica e mais segura (AZEVEDO & FREIRE, 2006).

A principal forma de aplicação dos defensivos agrícolas é por meio de pulverização hidráulica de produtos químicos, a partir de pontas de pulverização (OZKAN et al., 1993; TEIXEIRA, 1997). Na pulverização, a calda é dividida em gotas que transportam o ingrediente ativo até o alvo desejado (Christofolletti, 1999). No meio desse processo, podem-se ocasionar perdas dessas gotas, caracterizadas por não atingir o alvo desejado. As perdas do produto aplicado por esse método podem ser ocasionadas principalmente por dois fatores: evaporação e desvio das gotas em relação ao alvo, o que é chamado de deriva (ANTUNIASSI e BOLLER, 2019). A deriva pode ocasionar diversos problemas, como comprometimento de culturas sensíveis que estejam próximas ao local que foi realizada a aplicação, comprometendo a produtividade e até danos ambientais, como contaminação de rios e danos sociais, como a contaminação de pessoas (KRUGER; ANTUNIASSI, 2019).

As pontas de pulverização são responsáveis pela formação das gotas a partir da pressurização das caldas até que haja a fragmentação desse líquido. As gotas produzidas pelas pontas de pulverização apresentam tamanhos variados, caracterizando assim o espectro de gotas. Alguns parâmetros existem para identificar esse espectro de gotas de uma ponta associado com uma calda, como diâmetro mediano volumétrico (DMV), a amplitude relativa e o percentual de gotas

menores que 100 μm (MATTHEWS 2000). O DMV é o diâmetro que divide o mesmo volume de gotas maiores e o mesmo volume de gotas menores. A amplitude relativa está relacionada com a homogeneidade do tamanho de gotas de uma ponta e o percentual de gotas menores que 100 μm também está relacionado com o potencial de deriva de uma aplicação. A partir desses parâmetros de avaliação, as gotas são classificadas a partir de pontas de referência por normas existentes como a ASABE S572.2, sendo classificadas como: “extremamente finas”, “muito finas”, “finas”, “médias”, “grossas”, “muito grossas”, “extremamente grossas” e “ultra grossas” (ASABE, 2018).

Na grande maioria das aplicações, foca-se principalmente no produto utilizado e deixa em segundo plano a maneira como irá fazer essa aplicação, aumentando cada vez mais o risco de deriva. Esses fatores podem ser influenciados pelas condições meteorológicas do local, como temperatura, umidade relativa e velocidade e direção do vento (ANTUNIASSI, 2012). As técnicas de aplicação também possuem extrema importância, nas quais incluem a escolha da ponta e as características do espectro de gotas da sua calda (ANTUNIASSI, 2009), além do volume de calda utilizado para cada aplicação, a composição da calda (CARVALHO, 2013) e até o horário de aplicação (MOREIRA et. al., 2010; POLATO et. al., 2011; FAVARETTO et. al., 2019).

Então, é necessário unir todos esses fatores para garantir o objetivo da tecnologia de aplicação, ou seja, o produto atinja o alvo de forma econômica, cause o efeito de controle desejado e sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente (CUNHA e RUAS, 2006; ANTUNIASSI et al., 2017). Fazer aplicação sem pensar nesses fatores, acaba elevando o custo de produção devido ao aumento do número de aplicações para conseguir o controle eficiente de um determinado problema.

2.4 Volume de calda

O volume de calda é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação (ANTUNIASSI, 2005). Segundo o mesmo autor, para determinar o volume correto de aplicação, tem que observar diversos fatores como o tipo de alvo que será atingido, tamanho das gotas adequadas para controle, da cobertura necessária

associada à forma de ação do defensivo, além de influenciar diretamente em questões operacionais de pulverização.

O volume de calda está diretamente relacionado com a cobertura do alvo a ser pulverizado. Segundo Nansen et al. (2015), a cobertura tem a ver com a área do alvo a ser preenchida em uma aplicação. Ao longo do desenvolvimento da cultura vai ocorrendo o fechamento das entrelinhas e aumento da massa foliar, necessitando de maior cuidado para conseguir manter a cobertura necessária para garantir o controle efetivo. Segundo Courshee (1967), que através de uma equação correlacionou a cobertura do alvo a alguns fatores (Equação 1), quanto maior a área vegetal a ser pulverizada, maior terá de ser o volume de calda para manter a eficiência de cobertura.

$$C = \frac{15VRK^2}{AD} \quad (1)$$

Onde C = cobertura, V = volume de aplicação (L ha⁻¹), R = taxa de recuperação, K = fator de espalhamento das gotas, A = área vegetal, D = diâmetro das gotas (µm).

Então, alterar os parâmetros de cobertura é primordial para garantir o sucesso de uma aplicação (Matuo, 1990), além de ajustar o tamanho da gota de acordo com a característica do produto a ser utilizado. De maneira geral, aplicações com fungicidas, seja ele sistêmico ou de contato, onde normalmente as doenças iniciam no terço inferior da planta, é necessária boa cobertura do alvo para garantir que produto irá chegar às regiões inferiores do dossel da planta e garantir a diminuição da incidência das doenças na lavoura (YORINORI et al., 2018). Devido à dificuldade e complexidade de atingir o alvo por completo, a utilização de classes de gotas finas e um volume de calda adequado é o ideal (BOLLER et al., 2007). No caso da ferrugem não é diferente, além da maior dificuldade de penetração e cobertura ao longo do desenvolvimento da cultura, a cultura da soja também possui mais um obstáculo para a penetração das gotas na aplicação que é a angulação das folhas do terço superior em relação à incidência de radiação solar (KOLLER, 1986).

Para obter ganhos operacionais a partir do volume de calda, além da redução do consumo de água, há a tendência de reduzir esse volume aplicado no campo (BOLLER e MACHRY, 2007). Chechetto et al. (2017) verificaram que no estado do Mato Grosso, principal estado produtor de soja do país, a maioria dos produtores

preferem aplicações em baixo volume. Com isso, se ganha tempo em atividades como reabastecimento da máquina, além de diminuir os custos de produção. Porém, a redução de forma exagerada do volume de calda pode trazer mais desvantagens e diminuir a qualidade da aplicação. Alguns autores já mostraram a perda de cobertura da aplicação ao reduzir em excesso o volume de calda (BUENO et al., 2013; ADEGAS et al., 2019). Isso se torna um problema ainda mais grave quando a aplicação visa uma boa cobertura, como é o caso da aplicação para o controle da ferrugem.

Então, saber equilibrar esse fator é primordial para garantir uma aplicação de qualidade, principalmente para o controle de doenças, que requer uma boa cobertura do dossel da planta para garantir o controle efetivo.

2.5 Horário de aplicação

O controle da ferrugem e de outras doenças na cultura da soja que tem o padrão de iniciar a infestação a partir do terço inferior da planta, nos indica que o ideal é utilizar uma tecnologia de aplicação que nos gerem gotas mais finas, para conseguir a cobertura e penetração ideal para o controle (CUNHA et al., 2006). Ao utilizar esse espectro de gotas para conseguir o controle efetivo dessas doenças, a observação das condições meteorológicas durante a aplicação torna-se ainda mais relevante (ANTUNIASSI, 2009). O sucesso da aplicação de produtos fitossanitários passa muito pelas condições meteorológicas durante a aplicação (ANTUNIASSI, 2012).

As condições ideais recomendadas visando a redução de perda da aplicação por deriva são a umidade relativa superior a 50%, velocidade do vento entre 3 km/h e 10 km/h e temperatura inferior a 30° (OZKAN, 1998; ANDEF, 2010). Esses parâmetros aceitáveis de condições meteorológicas para aplicação se tornam ainda mais delicados quando se utilizam pontas que geram gotas muito finas ou finas, em comparação a gotas grossas (ANTUNIASSI et al., 2017), que é comum para aplicação de fungicidas. Essas condições muitas vezes são difíceis de serem alcançadas ao longo do dia em determinadas regiões, deixando uma janela de aplicação muito curta. O início da manhã, o final da tarde e porventura uma aplicação noturna são períodos onde a umidade relativa alcança valores maiores e a

temperatura é menor, sendo considerados mais favoráveis para as aplicações a fim de evitar perdas físicas (ANTUNIASI & BAIO, 2004). Outro ponto relevante é a não aplicação na ausência de vento, por conta do maior risco da ocorrência de inversão térmica ou de correntes convectivas, nas quais irão interferir de forma negativa na deposição das gotas (MATTHEWS, 2008).

As temperaturas no período noturno geralmente é um ponto favorável para fazer aplicação, pois com temperaturas mais amenas e sem a presença da radiação solar, os produtos ficam mais tempo em contato com a planta, diminuindo perdas por volatilização, evaporação e degradação pela radiação solar (FERREIRA et. al., 1998).

Porém, durante a noite é o período mais propenso para ocorrência do orvalho. A formação do orvalho está estritamente ligada às condições de temperatura e umidade relativa. À medida que a temperatura aumenta, maior é a quantidade de vapor de água que o ar consegue reter até atingir a seu nível de saturação. Ao anoitecer e as temperaturas começarem a cair, esse grau de saturação do ar também começa a cair, ocorrendo assim à condensação do vapor de água, formando precipitados que ficam presentes nas folhas das plantas, caracterizando o orvalho (TALAIA & VIGARIO, 2016). A ocorrência desse fenômeno de forma intensa diminui a permanência do produto na planta a partir do escoamento ou da diluição do mesmo nas gotas de água presentes nas folhas formadas pelo orvalho, como observado por Roman et al (2004) e Santos et al (2004) onde diminuiu o efeito da aplicação de herbicidas para dessecação quando aplicado em situação em que esse fenômeno ocorreu. Porém, a ocorrência de orvalho de forma moderada pode ser benéfica para a distribuição do produto na folha de maneira uniforme, pois essa película de água formada pelo orvalho pode ajudar nessa distribuição (LAMEGO & SCHAEGLER, 2019).

Outro ponto importante que pode influenciar na qualidade de aplicação é em relação à arquitetura da planta de soja (DEBORTOLI, 2011). As plantas de soja não possuem uma arquitetura definida durante todo seu ciclo. A sua arquitetura varia de acordo com o ambiente em que ela está se desenvolvendo ou por caráter genético, alterando assim toda a sua estrutura (MOTERLE et. al., 2011; VEASEY et. al., 2011). O hábito de crescimento (determinado ou indeterminado), junto com o tipo de

arquitetura da planta e até o rápido fechamento da cultura, pode influenciar negativamente na qualidade de aplicação de fungicidas (ANTUNIASSI & BOLLER, 2019). Além disso, plantas de soja tem a capacidade de mudar a angulação de suas folhas do terço superior a partir da presença ou ausência de luz, sendo conhecido como nictinastia (KOLLER, 1986). As folhas do terço superior das plantas de soja respondem a radiação solar, de modo que essas folhas se posicionam de forma ereta em períodos de alta radiação solar, em contrapartida posicionando-se em posição horizontal em relação ao solo na ausência ou baixa incidência de radiação. Esse comportamento ajuda a planta a interceptar mais luz quando necessário, aumentando a área fotossintética e ao mesmo tempo evita danos pelo excesso de radiação nos períodos do dia em que a incidência é mais intensa (LEE et. al., 2014). Então, nas aplicações noturnas, as folhas do terço superior podem se posicionar de modo que haja uma maior barreira física para penetração das gotas até o terço inferior das plantas, diminuindo a efetividade do controle nesses horários (BOLLER et al, 2011).

Trabalhos realizados no Rio Grande do Sul demonstraram que os melhores horários em relação à penetração das gotas no terço inferior das plantas foram entre 10h e 14h, quando possui a maior incidência solar em comparação às aplicações feitas no início da manhã ou no final da tarde (MOURA et. al., 2015; MOURA, 2015; MULLER, 2017; MULLER et. al., 2018). Porém, esses horários não são indicados para realizar uma aplicação, pois a evaporação das gotas antes de atingir o alvo, associado a uma alta fotodecomposição das moléculas do produto, faz com que aplicações nesses horários do dia não sejam viáveis. Outros trabalhos também identificaram a influência de horário mesmo utilizando auxílio de cortina de ar ou até mesmo em controle de outras doenças, como o oídio (COSTA & BOLLER, 2006; BOLLER 2012).

Além disso, outro fator que pode influenciar entre aplicação diurna e noturna é a questão fisiológica da planta. A aplicação noturna pode ser influenciada negativamente na eficiência e absorção dos fungicidas devido à ausência de luz (ANTUNIASSI, 2005). A luz solar é um dos principais fatores que influenciam a abertura e fechamento dos estômatos na planta (TAIZ & ZAIGER, 2013). Essas células atuam diretamente na taxa respiratória da planta e em diversos outros processos fisiológicos, podendo influenciar na absorção dos produtos pela planta ou

até o comportamento do produto sistêmico depois de ser absorvido. A radiação solar atua aumentando a absorção dos produtos a partir da fotossíntese e fazendo com que o produto se movimente com mais rapidez no interior da planta. Porém, a radiação de maneira excessiva pode influenciar na fotodecomposição da calda na planta, fazendo com que haja a degradação de maneira mais rápida do produto, muitas vezes não conseguindo agir de maneira completa na planta (LAMEGO & SCHAEGLER, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e manejo da cultura

O experimento foi conduzido em estação experimental em área de produção de soja no município de Conchal – SP, latitude 22°21'25.2"S e longitude 47°07'26.8"W (Figura 1). A cultivar de soja semeada foi a DonMario 66i68 IPRO, de grupo de maturação 6.6, ciclo semi-precoce e hábito de crescimento indeterminado. Os ensaios de espectro de gotas foram conduzidos no Laboratório de Máquinas para Pulverização do Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agrícolas (NEMPA) na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, em Botucatu – SP.

Figura 1 - Área de soja em Conchal – SP na qual foi conduzido o experimento



A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto em 02 de Novembro de 2019 com um espaçamento de 0,5 m e uma densidade populacional de 14 sementes por metro resultando em 11 plantas por metro. O controle de pragas e plantas

daninhas visando à máxima produtividade da cultura foi feito de acordo com as recomendações técnicas locais para o manejo desses problemas. O regime hídrico e as temperaturas mínima, máxima e média foram também registradas entre 01/11/2019 e 20/02/2020 a partir de uma estação meteorológica presente no local do experimento (Apêndice A).

3.2 Condução das aplicações

Foram realizadas três aplicações dos fungicidas Previnil 720 SC (clorotalonil) e Vessarya (picoxistrobina + benzovindiflupir), aplicados isolados e/ou em mistura em tanque. As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador adaptado em um quadriciclo equipado com uma barra de pulverização lateral desenvolvida para a aplicação de produtos em parcelas experimentais (Figura 2). A pressurização do sistema foi por meio de CO₂, sendo a pressão controlada por uma válvula reguladora acoplada na saída do reservatório e monitorada através de um manômetro analógico instalado junto à barra. Válvulas solenóides acopladas em cada bico de pulverização realizavam a abertura e fechamento da pulverização, controladas pelo operador, através de um interruptor. A ponta utilizada foi a ST/D 015 e pressão de 200 kPa em todos os tratamentos.

Figura 2 - Quadriciclo utilizado na aplicação das caldas



As aplicações dos fungicidas foram iniciadas no estágio R2 da soja em 07/01/2020, quando havia no máximo 4-5 % de severidade de septoriose e ausência de ferrugem asiática, e reaplicadas em R4 e R5.3 em 20/01/2020 e 03/02/2020, respectivamente (Intervalo de 14 dias entre aplicações). Em cada aplicação foi monitorado, além do estágio vegetativo, a altura da planta, se houve precipitação local após a aplicação e todas as condições meteorológicas durante a aplicação, como temperatura, velocidade do vento e umidade relativa (Apêndice B). Em todas as aplicações procurou-se respeitar as condições mínimas de aplicação, como temperatura abaixo de 30°, umidade relativa acima de 50% e velocidade do vento entre 3 e 10 km/h. Os horários de aplicação, bem como a sequência de aplicação estão detalhadas no apêndice B.

As parcelas foram compostas por 5 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m entre si, com 4 repetições por tratamento (Figura 3), sendo que as linhas utilizadas para avaliação foram as três centrais, descartando as linhas laterais de cada parcela.

Figura 3 - Distribuição das parcelas na área experimental. Conchal – SP – 2020



No campo, as avaliações foram baseadas na leitura da severidade dos sintomas das doenças incidentes e da produtividade da cultura. Baseados nesses parâmetros, as variáveis analisadas no ensaio de campo foram a porcentagem de severidade nos estádios da cultura, área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), produtividade (kg ha^{-1}) e peso de mil grãos (g).

As doenças avaliadas foram a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e as doenças de final do ciclo da soja (DFC): a septoriose (*Septoria glycines*) no início do ciclo e posteriormente, a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e o crestamento foliar (*Cercospora kikuchii*).

As análises para AACPD foram realizadas a partir de avaliações visuais da severidade da doença nos dias 24/01/2020; 30/01/2020; 13/02/2020; 20/02/2020 e 27/02/2020 e baseadas de acordo com a escala diagramática proposta por Godoy et al., (2006) para a ferrugem asiática e por Martins, et al., (2004) para DFCs. Os dados de produtividade e peso de mil grãos foram coletados a partir da colheita realizada na área no dia 11/03/2020.

Em laboratório foi realizada a análise do espectro de gotas para cada composição de calda avaliada. Essa análise foi feita através de um analisador de partículas por imagem em tempo real modelo VisiSize portable (Oxford Lasers Ltd /

UK) e foi feita a fim de comparar o tamanho de gotas com e sem a presença do fungicida Prevenil na calda do Vessarya e comparar com os resultados obtidos em campo.

A ponta avaliada ficou posicionada centrada com a câmera do equipamento e a uma distância de 50 cm de altura em relação à lente da câmera. Após o início da pulverização e estabilização de pressão o equipamento era acionado para a captura das imagens. A captura das imagens cessava automaticamente assim que o equipamento completasse a leitura de 10.000 gotas o que representava uma repetição, no total foram feitas 5 repetições por tratamento.

As variáveis de espectro de gotas analisadas foram o diâmetro mediano volumétrico (DMV), amplitude relativa (AR) e percentual do volume pulverizado em gotas com diâmetros inferiores a 100 μm (V100).

3.3 Tratamentos e análise estatística

A pesquisa de campo considerou um total de doze tratamentos, resultantes da combinação de 3 caldas de fungicidas, 2 volumes de calda e 2 períodos de aplicação. As caldas foram constituídas pelos produtos comerciais Vessarya (EC, picoxistrobina 100 g L⁻¹ p.c. e benzovindiflupir 50 g L p.c., sistêmico) e Previnil (SC, clorotalonil 720,0 g L⁻¹ m v⁻¹, protetor), aplicados isolados e em mistura em tanque. A ordem de mistura dos fungicidas para o preparo das caldas foi feita de acordo com a norma ASTM E1518-05, (2012). Os volumes de calda foram 50 L ha⁻¹ e 150 L ha⁻¹. Para o ajuste desses valores a campo, a velocidade de aplicação foi programada para 12 km h⁻¹ nos tratamentos com volume de calda de 50 L ha⁻¹ e 4 km h⁻¹ para os tratamentos com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Os períodos de aplicação foram separados em diurno e noturno. Um tratamento adicional (testemunha), no qual não houve aplicação, foi inserido para possibilitar as avaliações fitotécnicas e fitossanitárias (Tabela 1).

O trabalho foi dividido em diferentes ensaios com fatoriais duplos, divididos em avaliações referentes à tecnologia de aplicação e avaliações referentes às interações das caldas de fungicida com os horários de aplicação. No caso das

avaliações de tecnologia de aplicação, os fatores de variação foram “volume de calda” x “horário de aplicação”, portanto, o fator “calda” não se aplica, sendo testado cada composição de calda separadamente. Portanto, o delineamento considerou apenas o fatorial duplo “horário x volumes de calda”, feito para cada composição de calda isoladamente. A seguir, visando possibilitar a comparação entre as estratégias de escolha dos fungicidas, os ensaios passaram a ser delineados no fatorial “caldas” x “horários de aplicação”, separados em dois cenários, sendo um com aplicação a 50 L ha⁻¹ e outro a 150 L ha⁻¹.

Para os ensaios de espectros de gotas o delineamento utilizado foi um fatorial duplo (3 caldas x 2 volumes de calda).

Tabela 1 - Tratamentos visando maximizar a eficácia dos fungicidas no controle das doenças da soja. Safra 2019/20

Trat.	Período de aplicação	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Calda	Doses (p.c. ha ⁻¹)
1	Diurno	50	Previnil	1,5 L
2	Diurno	50	Vessarya	0,6 L
3	Diurno	50	Previnil + Vessarya	1,5 + 0,6 L
4	Diurno	150	Previnil	1,5 L
5	Diurno	150	Vessarya	0,6 L
6	Diurno	150	Previnil + Vessarya	1,5 + 0,6 L
7	Noturno	50	Previnil	1,5 L
8	Noturno	50	Vessarya	0,6 L
9	Noturno	50	Previnil + Vessarya	1,5 + 0,6 L
10	Noturno	150	Previnil	1,5 L
11	Noturno	150	Vessarya	0,6 L
12	Noturno	150	Previnil + Vessarya	1,5 + 0,6 L
13	Testemunha*	-	-	-

*Testemunha sem aplicação.

Dentro de cada delineamento proposto, as médias dos parâmetros avaliados em campo e dos ensaios de espectro de gotas foram submetidas à análise de variância e tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Espectro de gotas

Na análise de variância dos parâmetros do espectro de gotas, a interação entre as caldas e o volume de calda foi significativa para o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e amplitude relativa (AR). O percentual de gotas menores do que 100 μm (V100) foi significativo apenas para os fatores isolados calda e volume de calda (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) do diâmetro mediano volumétrico (DMV), percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 100 μm (V100) e amplitude relativa (AR). (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

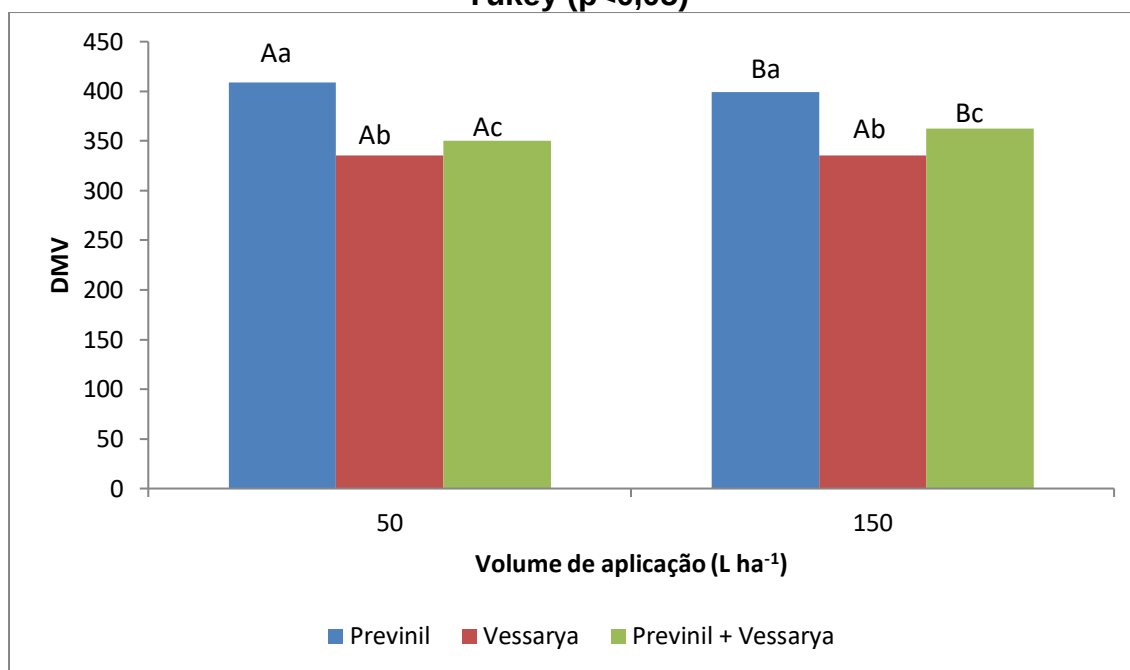
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
DMV					
Calda	2	14953,0	7477,0	962,3	0,000000*
Volume de calda	1	5,0	5,0	0,7	0,427146
Volume de calda*Calda	2	336,0	168,0	21,6	0,000105*
Resíduo	12	93,0	8,0		
Total	17	15388,0			
CV = 0,7%					
V100					
Calda	2	9,7	4,8	145,1	0,000000*
Volume de calda	1	0,3	0,3	9,9	0,008212*
Volume de calda*Calda	2	0,2	0,1	2,4	0,1294
Resíduo	12	0,4	0,0		
Total	17	10,6			
CV = 4,7%					
AR					
Calda	2	1	1	3,8	0,0502
Volume de calda	1	0	0	0,4	0,5253
Volume de calda*Calda	2	2	1	4,9	0,0277*
Resíduo	12	2	0		
Total	17	5			
CV = 16,1%					

*Significativo a 5%.

Ao analisar a interação entre os fatores, as caldas contendo o fungicida Previnil apresentou maior valor de DMV em comparação com o Vessarya e a mistura entre os dois produtos (figura 4). Houve uma redução do DMV na calda Previnil ao mudar

o volume de calda de 50 para 150 L ha⁻¹ e um aumento do DMV da mistura dos dois produtos ao elevar o volume de calda.

Figura 4 - Diâmetro mediano volumétrico (DMV) entre dois volumes de calda (50 e 150 L ha⁻¹) e as três caldas de fungicidas. Letras minúsculas distintas entre as caldas de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes da mesma composição da calda diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05)

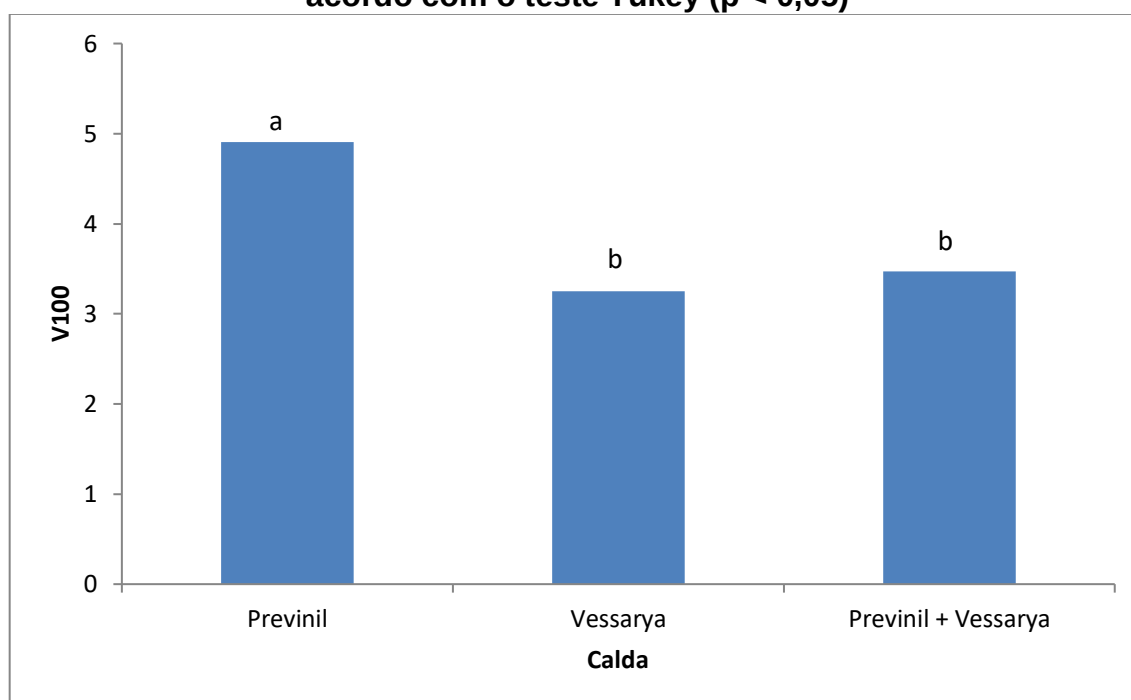


O DMV pode estar relacionado com o potencial de deriva de uma aplicação, de modo que quanto maior o DMV, menor é o potencial de deriva de uma aplicação (OLIVEIRA et. al., 2015). As diferentes composições das caldas podem apresentar DMV diferentes mesmo aplicados nas mesmas condições. Nesse caso, o Previnil possui DMV maior em comparação ao Vessarya, de modo que a mistura dos dois produtos faz diminuir o DMV em comparação ao Previnil isolado.

Já para o V100, o Previnil apresentou o maior valor de V100, não havendo diferenças significativas entre as demais caldas (Figura 5). Gotas com diâmetros inferiores a 100 µm tem um elevado potencial de deriva (MATTHEWS, 2008), havendo estudos que demonstram a forte correlação entre percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 100 µm (V100) e a deriva (CHECHETTO, 2011; OLIVEIRA; ANTUNIASSI, 2012). Portanto, é importante nas pulverizações buscar condições que reduzam esse percentual, objetivando assegurar a segurança do processo.

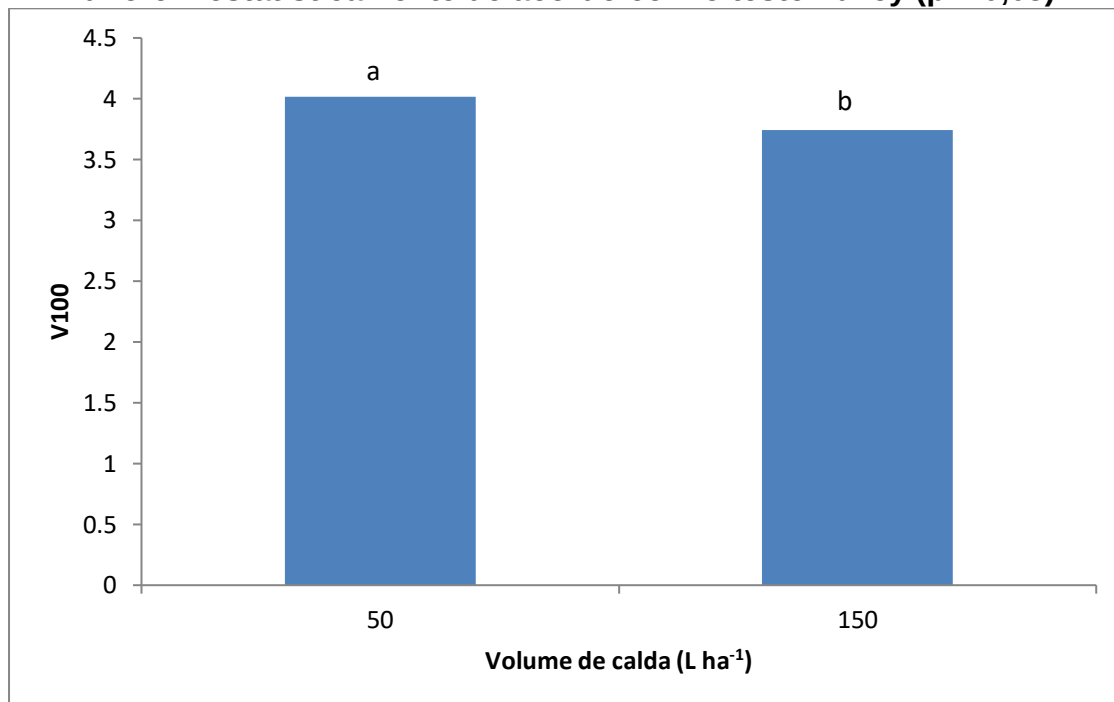
O tipo de formulação é um dos fatores mais importantes na determinação das características das gotas geradas por pontas de pulverização do tipo jato plano (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000). Carvalho (2016) identificou maior valor de V100 para produtos com a formulação SC em comparação a formulação EC, o que corrobora com o que foi encontrado neste trabalho, onde o Previnil, que possui formulação SC, apresentou maior valor de V100 se comparado ao Vessarya, que possui formulação EC.

Figura 5 - Percentual de gotas menores do que 100 μm (V100) comparado entre as diferentes caldas. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



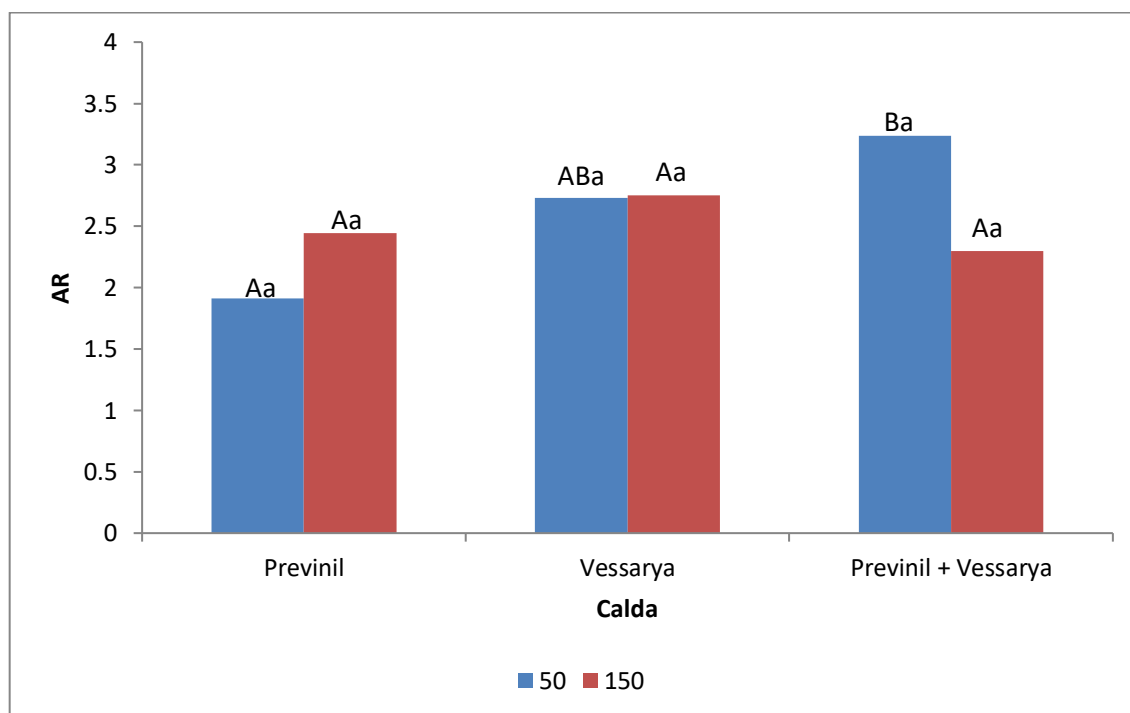
Ao comparar o V100 entre os volumes de calda, o volume de calda menor (50 L.ha^{-1}) produziu maior V100 em comparação a aplicação com 150 L.ha^{-1} (Figura 6). O volume de calda é um dos principais fatores para o tamanho das gotas de uma aplicação (CUNHA et al., 2011), ao diminuir o volume, muitas vezes pode alterar as características da calda e influenciar diretamente na formação das gotas ao pulverizar.

Figura 6 - Percentual do volume de gotas menores do que 100 μm (V100) comparado aos diferentes volumes de caldas. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



Não houve diferença para AR entre caldas na diluição para 150 L ha^{-1} . Entretanto, na diluição a 50 L ha^{-1} a mistura Previnil + Vessarya induziu a um aumento se comparado ao Previnil isolado (Figura 7). A amplitude relativa (AR) expressa a variabilidade do tamanho de gotas no espectro, quanto menor a AR, o espectro de gotas é mais uniforme (homogêneo), sendo considerado de melhor qualidade (MATTHEWS, 2000).

Figura 7 - Amplitude relativa (AR) entre dois volumes de calda (50 e 150 L ha⁻¹) e as três caldas de fungicidas. Letras minúsculas distintas entre os volumes da mesma composição de calda e letras maiúsculas distintas entre diferentes composições de calda de mesmo volume diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05)



4.2 Avaliação de campo

4.2.1 Avaliações referentes aos parâmetros de tecnologia de aplicação

a) Fungicida Previnil 720 SC isolado

A interação entre volume de calda e horário de aplicação foi significativa para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, AACPD das DFC e para Peso de Mil Grãos (PMG) (Tabela 3), podendo assim estudar o desdobramento dos níveis do fator volume de calda dentro dos níveis do fator horário de aplicação e vice-versa. Porém, na avaliação de produtividade, não houve significância entre a interação desses fatores, sendo significativo apenas o horário de aplicação.

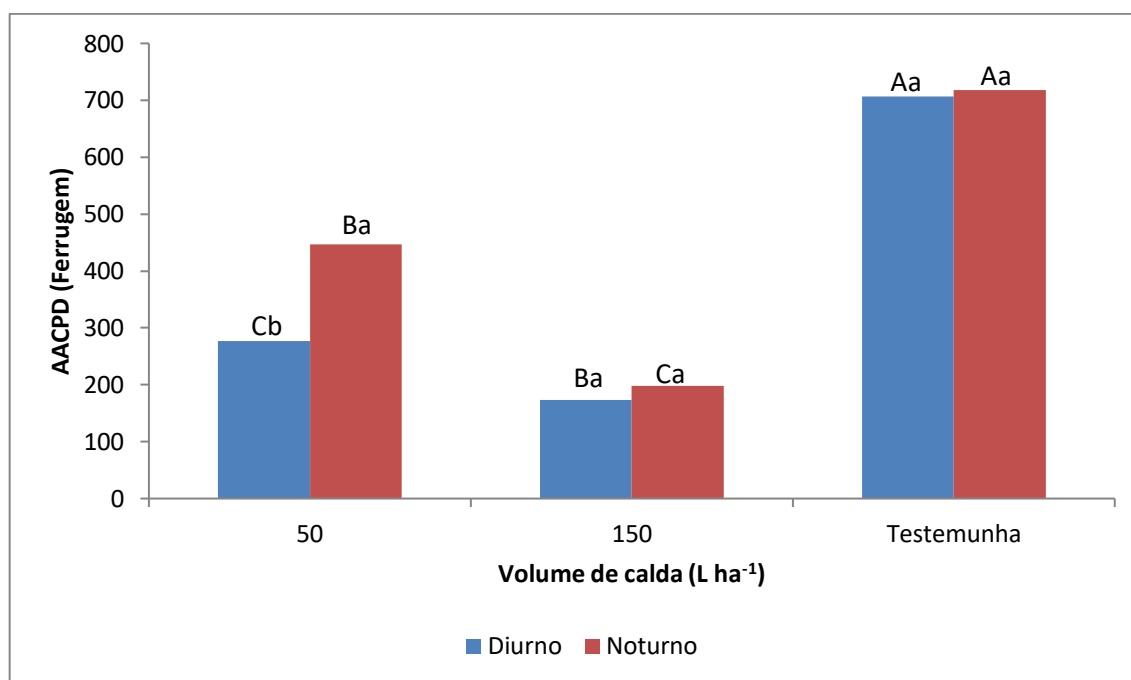
Tabela 3 - Quadro da análise de variância (ANOVA) para interação entre volume de calda e horário de aplicação referente ao experimento 1 com a calda Previnil isolado. (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
AACPD Ferrugem					
Volume de calda	1	152100,1	152100,1	90,4	0,000012*
Horário	1	22360,3	22360,3	13,2	0,006524*
Volume de calda*Horário	1	35316,8	35316,8	21,0	0,001795*
Resíduo	8	13450,5	1681,3		
Total	11	223227,7			
CV = 14,8					
AACPD DFC					
Volume de calda	1	9365,4	9365,4	34,2	0,000078*
Horário	1	13380,7	13380,7	48,9	0,000014*
Volume de calda*Horário	1	1495,8	1495,8	5,4	0,037432*
Resíduo	12	3279,9	273,3		
Total	15	27521,8			
CV = 17,1					
Produtividade					
Volume de calda	1	164025	164025	3,6	0,078944
Horário	1	354025	354025	7,9	0,015440*
Volume de calda*Horário	1	62500	62500	1,4	0,258891
Resíduo	12	533950	44496		
Total	15	1114500			
CV = 7,15					
PMG					
Volume de calda	1	183,0	183,0	12,5	0,005291*
Horário	1	94,3	94,3	6,4	0,029080*
Volume de calda*Horário	1	107,8	107,8	7,4	0,021484*
Resíduo	10	145,5	14,5		
Total	13	495,6			
CV = 3,3					

*Significativo a 5%

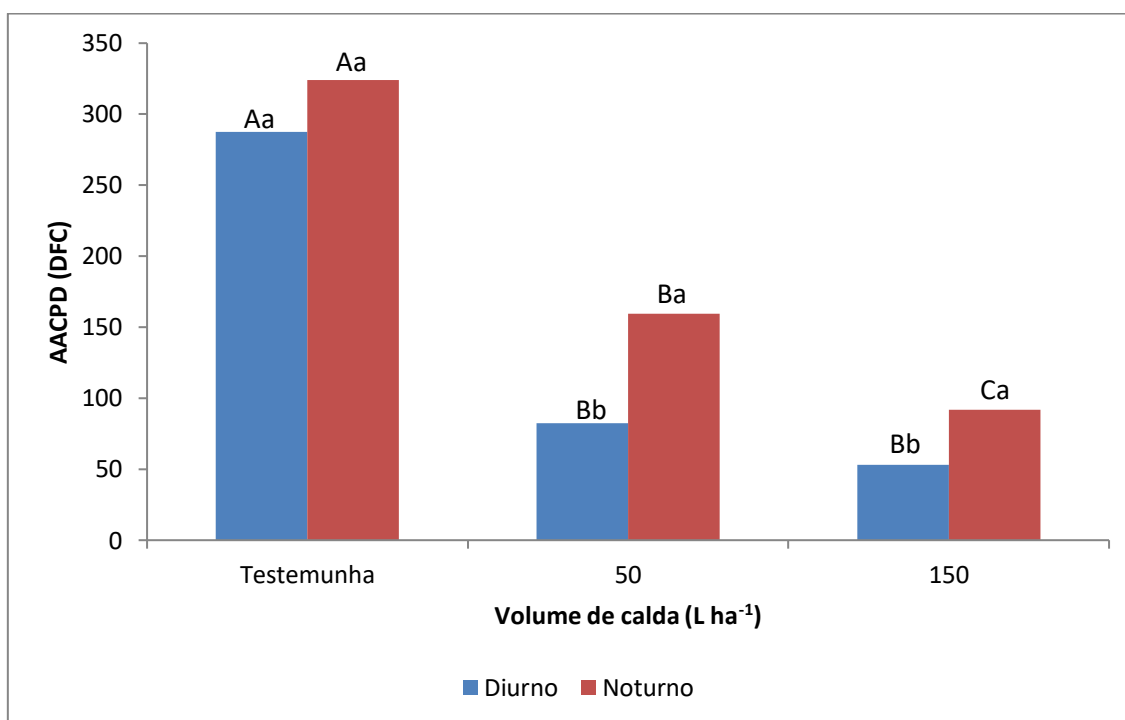
Analisando os desdobramentos da interação entre volume de calda e horário de aplicação para a AACPD para ferrugem, foi identificada a menor severidade da doença no volume de calda maior (150 L.ha⁻¹), independente do horário de aplicação. Enquanto que no volume de 50 L.ha⁻¹ observou-se maior severidade da doença. No menor volume de calda, a aplicação diurna obteve menor severidade da doença em relação à noturna (Figura 8).

Figura 8 - AACPD da ferrugem para o fungicida Previnil isolado, considerando a análise do fatorial volume de caldas x horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)



Para as doenças de final de ciclo (DFC), tanto a aplicação diurna, quanto o maior volume de calda apresentaram melhores resultados em relação à severidade das doenças (Figura 9). Na aplicação diurna não houve diferença entre os volumes de calda aplicados. Esses resultados indicam a importância da taxa de aplicação para o controle fitossanitário, principalmente na utilização de produto de contato para o controle de doenças. Esses produtos necessitam de maiores coberturas para conseguir o controle efetivo, principalmente para atingir os terços inferiores das plantas, por onde majoritariamente essas doenças começam, como foi identificado em alguns trabalhos (CUNHA et. al., 2006; ROEHRIG, 2018; SOUZA et al., 2019; CHECHI et al., 2019).

Figura 9 - AACPD das DFC para o fungicida Previnil isolado, considerando a análise do fatorial volumes de caldas x horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)



De maneira geral, a alteração do volume de calda foi ainda mais importante ao compará-los na aplicação noturna. Isso pode ter sido influenciado pelo comportamento das folhas do terço superior das plantas de soja em relação à radiação solar (Figura 10). No caso do menor volume de calda, na aplicação

noturna, onde as folhas do terço superior estão posicionadas de maneira paralela ao solo, não foi suficiente para ultrapassar essa barreira e atingir todo dossel da planta, gerando assim maiores índices de severidade das doenças. Já o volume de 150 L ha⁻¹ seria o suficiente para a cobertura e controle efetivo das doenças. Neste caso, o maior volume de calda tende a colaborar incrementando a eficácia do controle. Resultados mais conclusivos a respeito da cobertura e penetração das gotas em função do horário de aplicação podem ser tirados a partir de análises específicas no campo.

Figura 10 - Representação do posicionamento das folhas da cultura nas aplicações diurnas (esquerda) e noturnas (direita)

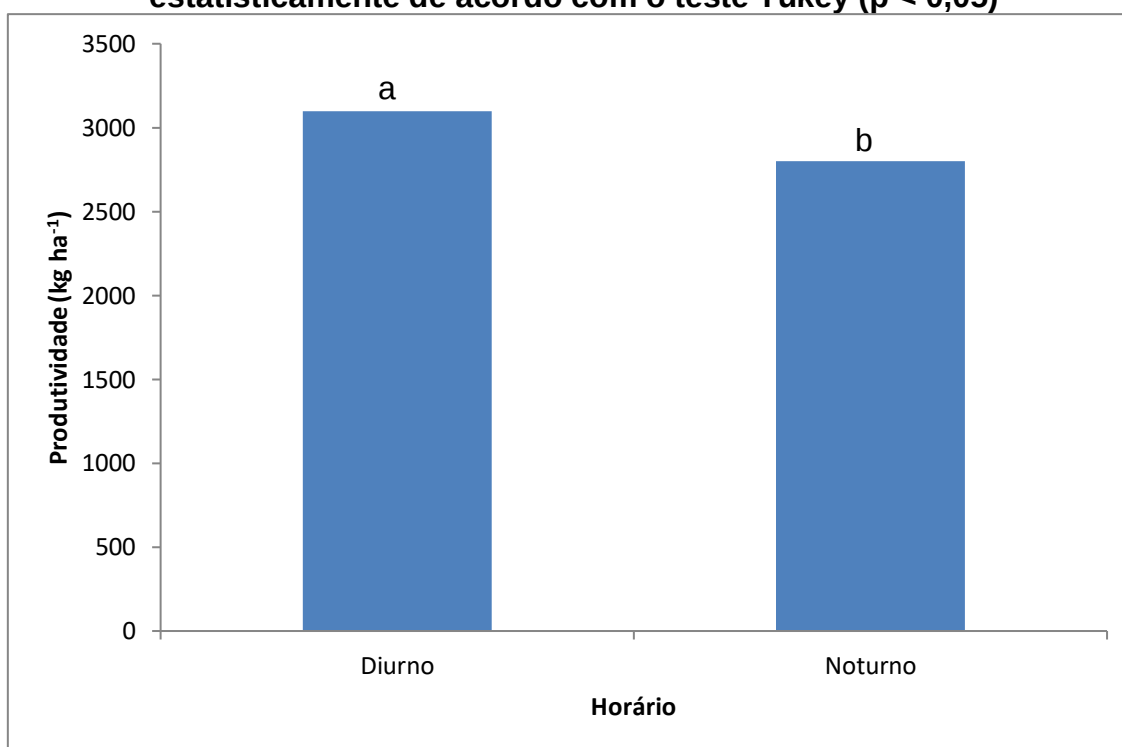


Uma questão a se destacar entre os horários (diurno e noturno) para a primeira aplicação foi a ocorrência de chuva, cerca de duas horas após a aplicação no período noturno, que embora tenha sido de baixa precipitação (menor que 10 mm), pode ter afetado a eficiência da aplicação do produto de contato ou mesmo o sistêmico e ainda a mistura de ambos, o que precisaria ser comprovado com análises específicas dos ativos nas folhas. Em geral, produtos de contato são mais afetados pela lavagem ou outras intempéries, no entanto isso depende de cada formulação e não somente do modo de ação de cada um.

Em relação à produtividade (Kg.ha⁻¹), a aplicação diurna resultou em maiores produtividades comparadas à aplicação noturna (3096,25 kg ha⁻¹ na aplicação

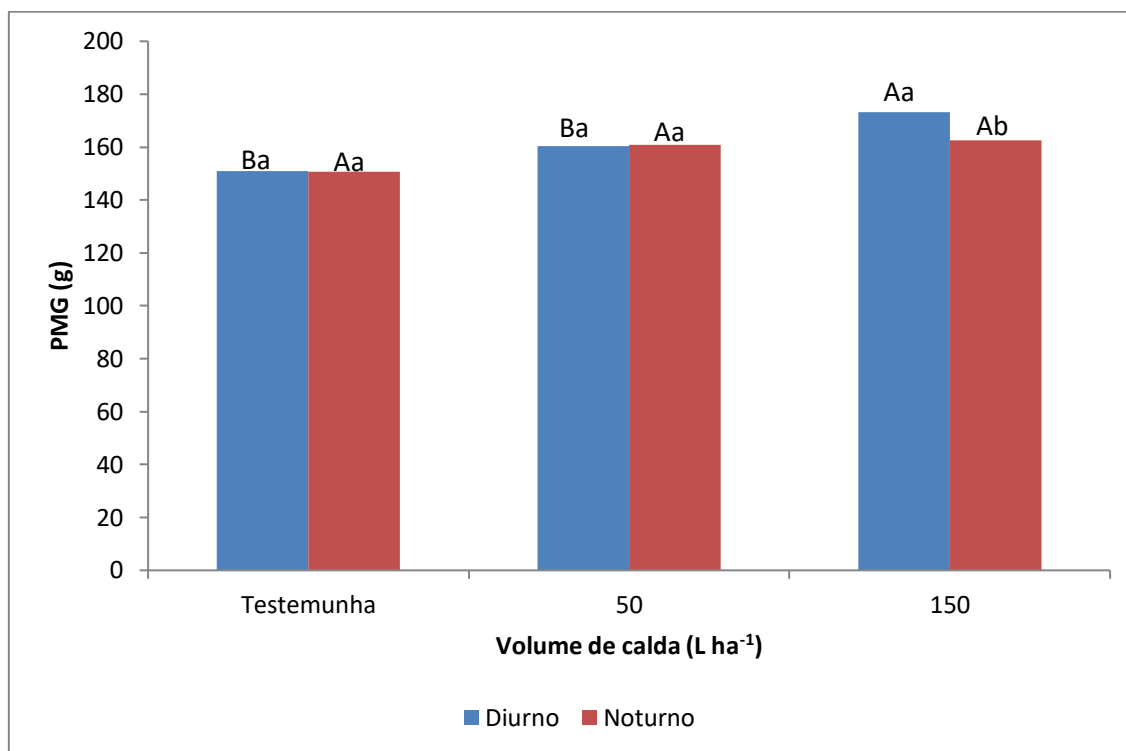
diurna e 2798,75 kg ha⁻¹ na aplicação noturna) (Figura 11). Essa diferença equivale a cerca de 9,5%, ou seja, de 4,96 sc ha⁻¹. Estima-se que houve perda aproximada de 30-35 % do rendimento da cultura em toda a área do produtor, devido à ocorrência de forte chuva de granizo 3 a 4 dias antes da colheita, porém foi de forma generalizada, o que não comprometeu as diferenças entre os tratamentos. Os resultados de produtividade do presente trabalho podem ter sido refletidos pela menor capacidade de controle das doenças no período noturno, na medida em que a severidade e a intensidade dessas doenças ao longo do ciclo da planta influenciam diretamente na produtividade final na cultura da soja.

Figura 11 - Produtividade (kg ha⁻¹) dos tratamentos com Previnil em função dos horários de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p < 0,05)



A análise do peso de mil grãos (PMG) também apresentou o mesmo comportamento de melhores resultados para aplicação diurna em conjunto com o maior volume de calda, podendo ser também influenciada pelos melhores índices de controle das doenças (Figura 12).

Figura 12 - Peso de mil grãos (g) para o fungicida Previnil isolado, considerando a análise do fatorial volumes de caldas x horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)



b) Fungicida Vessarya isolado

Considerando apenas o produto Vessarya isolado, a interação foi significativa entre volume de calda e horário de aplicação apenas para AACPD da ferrugem, podendo assim analisar os desdobramentos dessa interação. Para a AACPD das DFC apenas o horário de aplicação foi significativo. Para produtividade houve significância para os fatores isolados, enquanto que o PMG não houve diferença significativa entre os fatores estudados (Tabela 4).

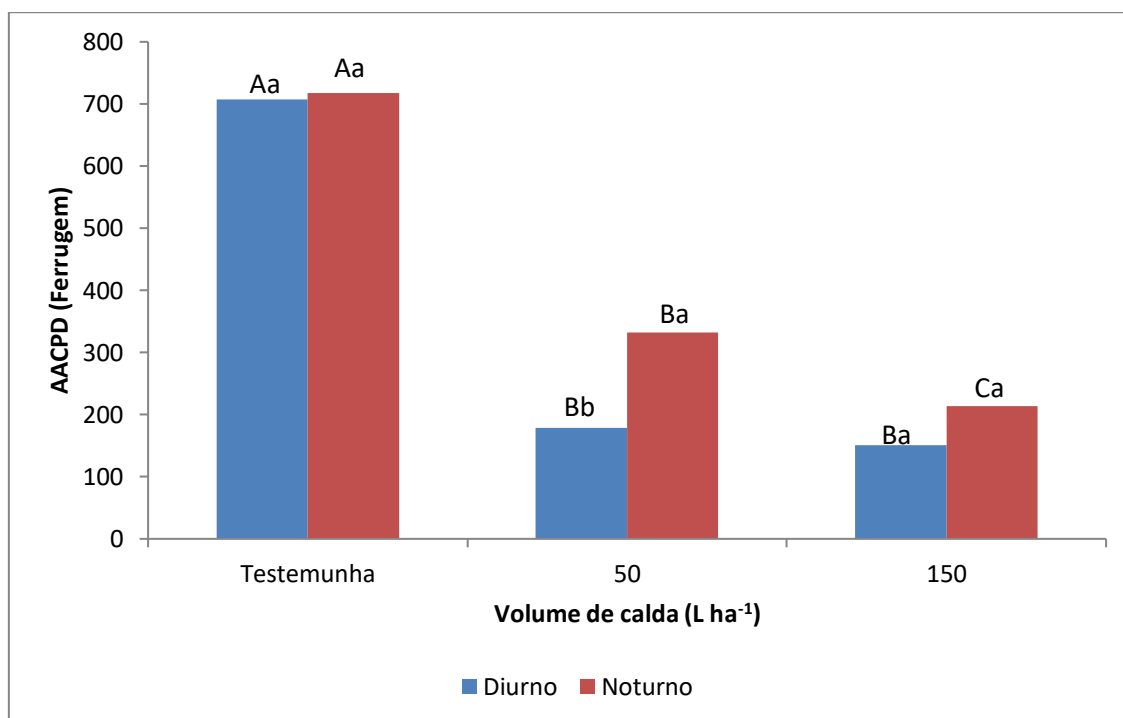
Tabela 4 - Quadro da análise de variância (ANOVA) para interação entre volume de calda e horário de aplicação referente a calda Vessarya isolado. (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
AACPD Ferrugem					
Volume de calda	1	19828,2	19828,2	13,85	0,003370*
Horário	1	43291,7	43291,7	30,24	0,000186*
Volume de calda*Horário	1	7717,7	7717,7	5,39	0,040425*
Resíduo	11	15743,5	1431,2		
Total	14	78709,1			
CV = 17,9					
AACPD DFC					
Volume de calda	1	0,4	0,4	0,0015	0,969948
Horário	1	16078,2	16078,2	60,9038	0,000005*
Volume de calda*Horário	1	156,9	156,9	0,5942	0,455695
Resíduo	12	3167,9	264,0		
Total	15	19403,4			
CV = 14,69					
Produtividade					
Volume de calda	1	726756	726756	6,772	0,023130*
Horário	1	1150256	1150256	10,718	0,006656*
Volume de calda*Horário	1	5256	5256	0,049	0,828576
Resíduo	12	1287875	107323		
Total	15	3170144			
CV = 10,32					
PMG					
Volume de calda	1	139,0	139,0	2,827	0,118522
Horário	1	2,4	2,4	0,049	0,827694
Volume de calda*Horário	1	0,9	0,9	0,019	0,892828
Resíduo	12	590,1	49,2		
Total	15	732,5			
CV = 4,13					

*Significativo a 5%

Analisando os desdobramentos da interação entre volume de calda e horário de aplicação para a AACPD para ferrugem, todos os tratamentos tiveram diferença significativa em comparação à testemunha. O tratamento que resultou a maior severidade da ferrugem foi a aplicação noturna com 50 L ha⁻¹, enquanto as outras combinações não tiveram diferenças significativas, não havendo diferença na severidade da doença entre os volumes de calda na aplicação diurna (Figura 13).

Figura 13 - AACPD Ferrugem comparada aos diferentes volumes de caldas e diferentes horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

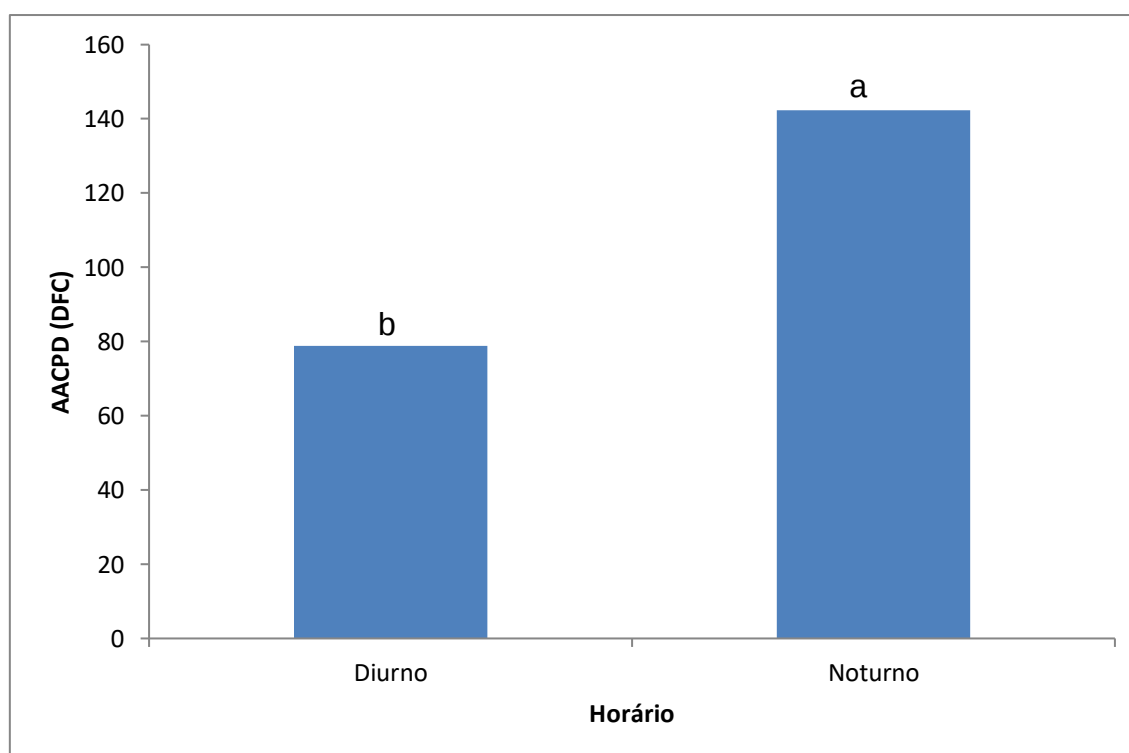


O horário de aplicação foi o único fator que influenciou a severidade das doenças de final de ciclo (DFC), sendo que a aplicação diurna, independente do volume de calda utilizado, obteve menor severidade comparada à aplicação noturna (Figura 14).

A maior presença de orvalho durante a noite, junto o volume de calda reduzido pode ter influenciado esse comportamento de maior severidade da doença no período noturno. A presença do orvalho pode facilitar o escoamento

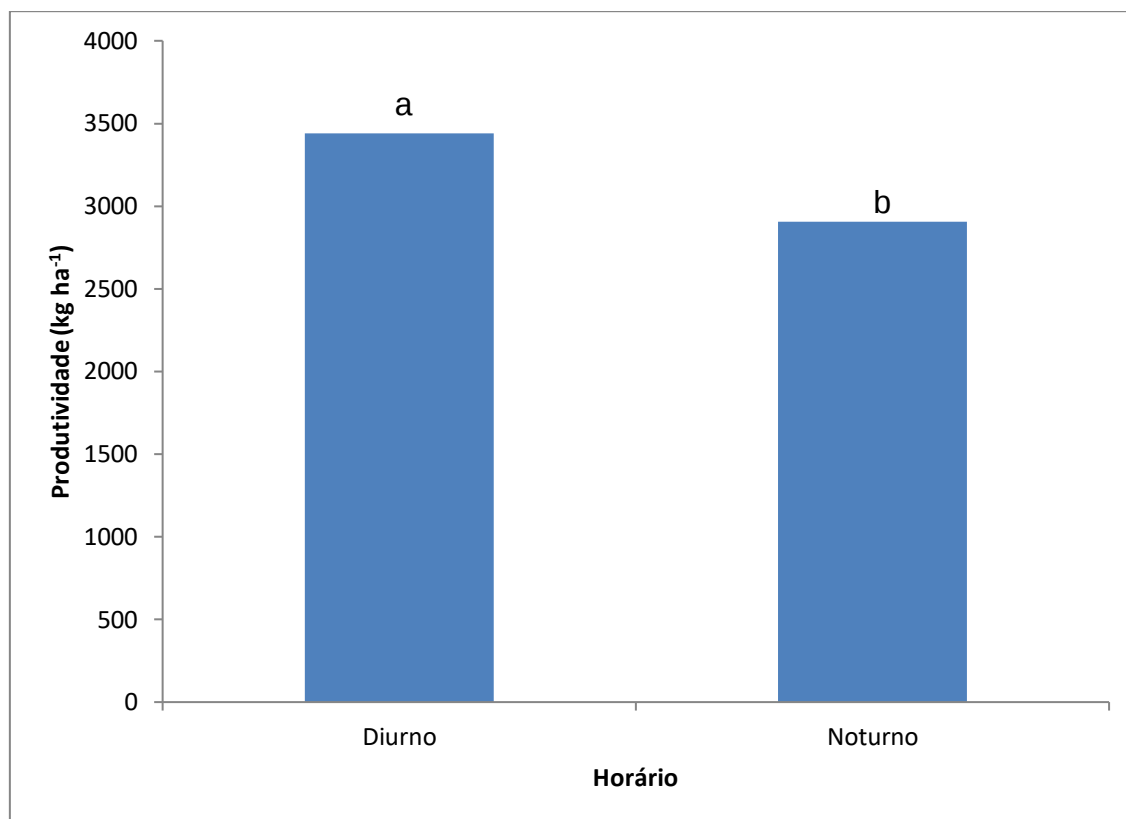
e diluição do produto na planta, fazendo com que o produto não seja absorvido da forma correta pela planta para fazer o efeito desejado. Roman et al (2004) identificaram dificuldades em controle ao aplicar produtos sistêmicos na presença de orvalho, diminuindo o efeito do produto em comparação a aplicações sem a ocorrência desse fenômeno. Além disso, os produtos necessitam de um determinado tempo para absorção na planta (ZAUZA et al., 2008), o orvalho pode influenciar também no tempo de permanência do produto na planta e prejudicar a absorção. Além do posicionamento da folha de soja em relação à radiação solar, como foi discutido anteriormente.

Figura 14 - AACPD das DFC dos tratamentos com Vessarya em função dos horários de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



No caso da produtividade as aplicações diurnas resultaram em produtividades mais elevadas se comparadas às aplicações noturnas, independente do volume de calda utilizado (Figura 15). De modo como ocorreu com o Previnil, a produtividade pode ter sido influenciada pelos diferentes níveis de controle das doenças entre os tratamentos.

Figura 15 - Produtividade dos tratamentos com Vessarya em função dos horários de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



c) Mistura em tanque dos fungicidas Previnil e Vessarya

Na mistura dos produtos Previnil e Vessarya, a interação dos fatores volume de calda e horário de aplicação foi significativa para a AACPD das DFC e produtividade. Para a AACPD da Ferrugem, foi significativo para os fatores isolados. Para PMG foi significativo apenas o fator volume de calda (Tabela 5).

Tabela 5 - Quadro da análise de variância (ANOVA) para interação entre volume de calda e horário de aplicação referente ao experimento 3 com a calda Previnil + Vessarya. (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
AACPD Ferrugem					
Volume de calda	1	30729,4	30729,4	15,5547	0,004272*
Horário	1	14093,9	14093,9	7,1341	0,028320*
Volume de calda*Horário	1	1078,3	1078,3	0,5458	0,481151
Resíduo	8	15804,5	1975,6		
Total	11	61706,1			
CV = 29%					
AACPD DFC					
Volume de calda	1	7085,4	7085,4	9,4912	0,009524*
Horário	1	47317,1	47317,1	63,3832	0,000004*
Volume de calda*Horário	1	16364,8	16364,8	21,9213	0,000530*
Resíduo	12	8958,3	746,5		
Total	15	79725,7			
CV = 24%					
Produtividade					
Volume de calda	1	518400	518400	4,855	0,000002*
Horário	1	2656900	2656900	24,880	0,000382*
Volume de calda*Horário	1	21025	21025	0,197	0,004359*
Resíduo	12	1281450	106788		
Total	15	4477775			
CV = 9,8%					
PMG					
Volume de calda	1	194,0	194,0	11,26	0,005727*
Horário	1	81,6	81,6	4,73	0,050265
Volume de calda*Horário	1	0,2	0,2	0,01	0,912196
Resíduo	12	206,8	17,2		
Total	15	482,6			
CV = 2,42%					

*Significativo a 5%

De forma semelhante ao observado nas caldas isoladas, na associação dos dois produtos também ocorreu uma menor AACPD da Ferrugem com o volume de calda maior, de 150 L ha⁻¹ (Figura 16), assim como na aplicação diurna

(Figura 17). Esses resultados evidenciam a melhor qualidade de aplicação no período diurno e no maior volume de calda para qualquer combinação de produtos testadas no estudo.

Figura 16 - AACPD da Ferrugem dos tratamentos com Previnil + Vessarya em função do volume de calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)

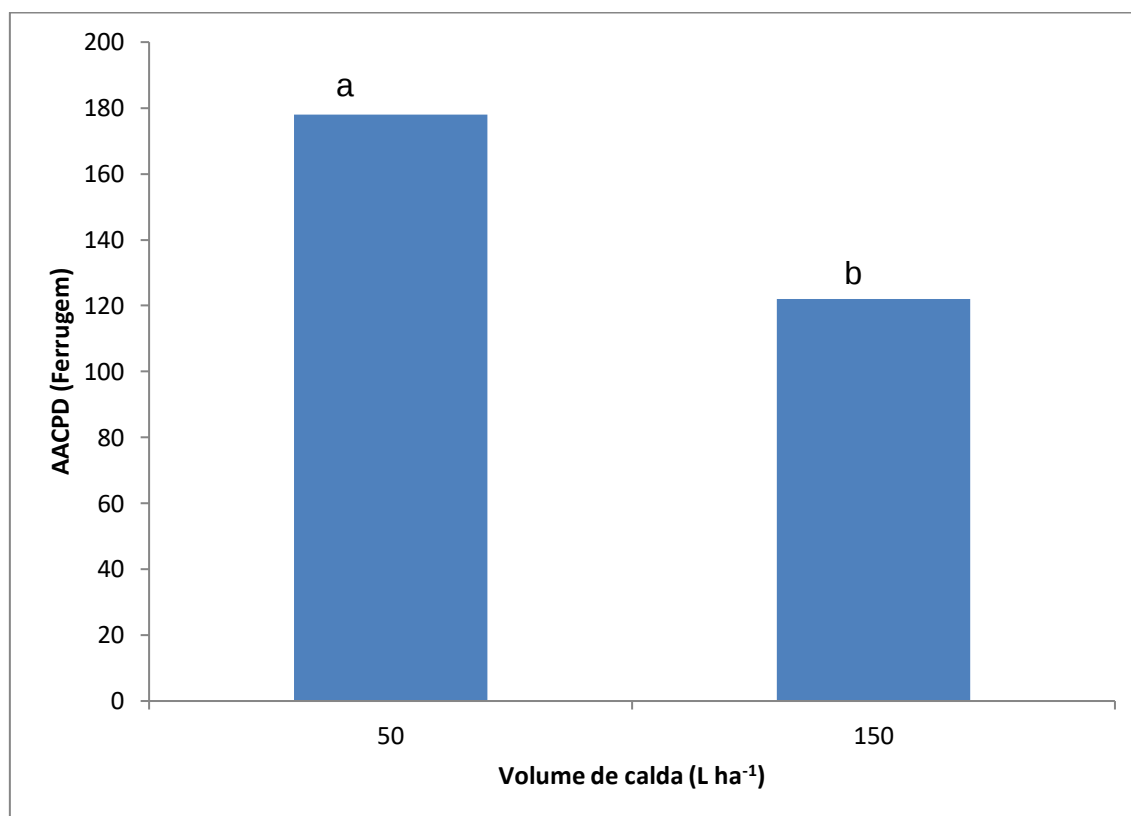
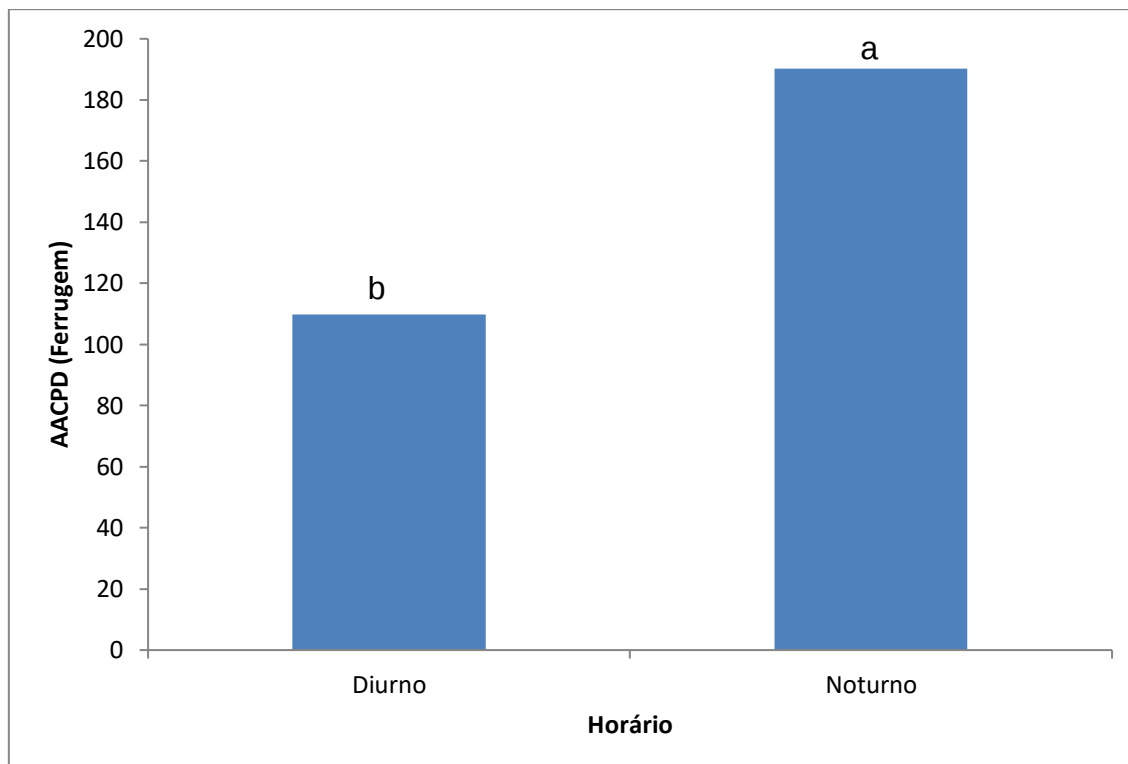
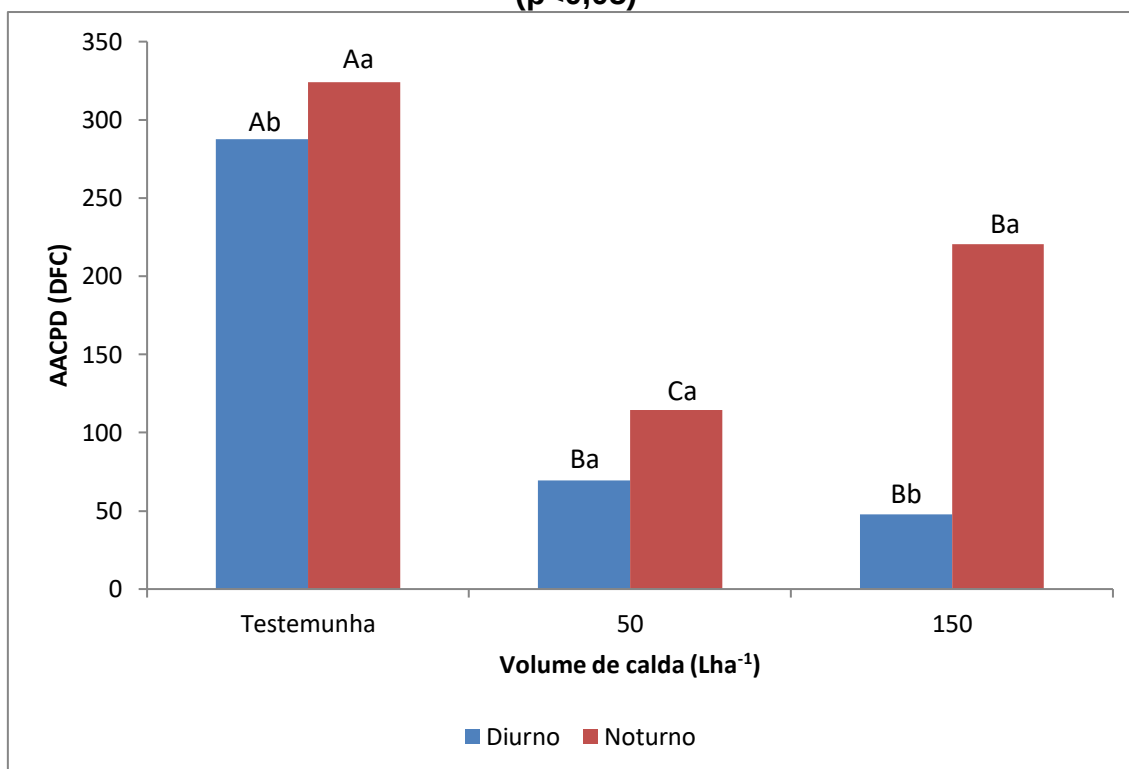


Figura 17 - AACPD da Ferrugem dos tratamentos com Previnil + Vessarya em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



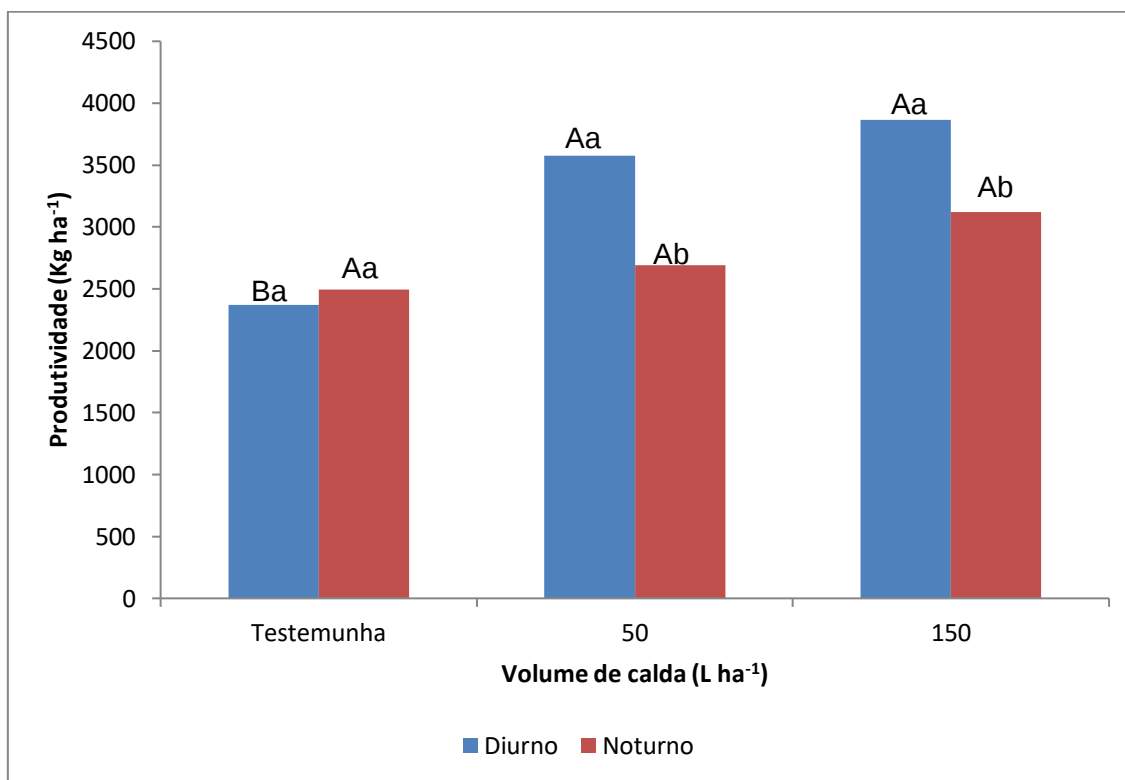
Já para a AACPD das DFC, a aplicação noturna com 150 L. ha^{-1} apresentou a maior incidência da doença, enquanto a aplicação diurna com o mesmo volume de calda apresentou menor incidência da doença. No menor volume de calda não houve diferença significativa entre os dois horários de aplicação (Figura 18).

Figura 18 - AACPD DFC comparada aos diferentes volumes de caldas e diferentes horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)



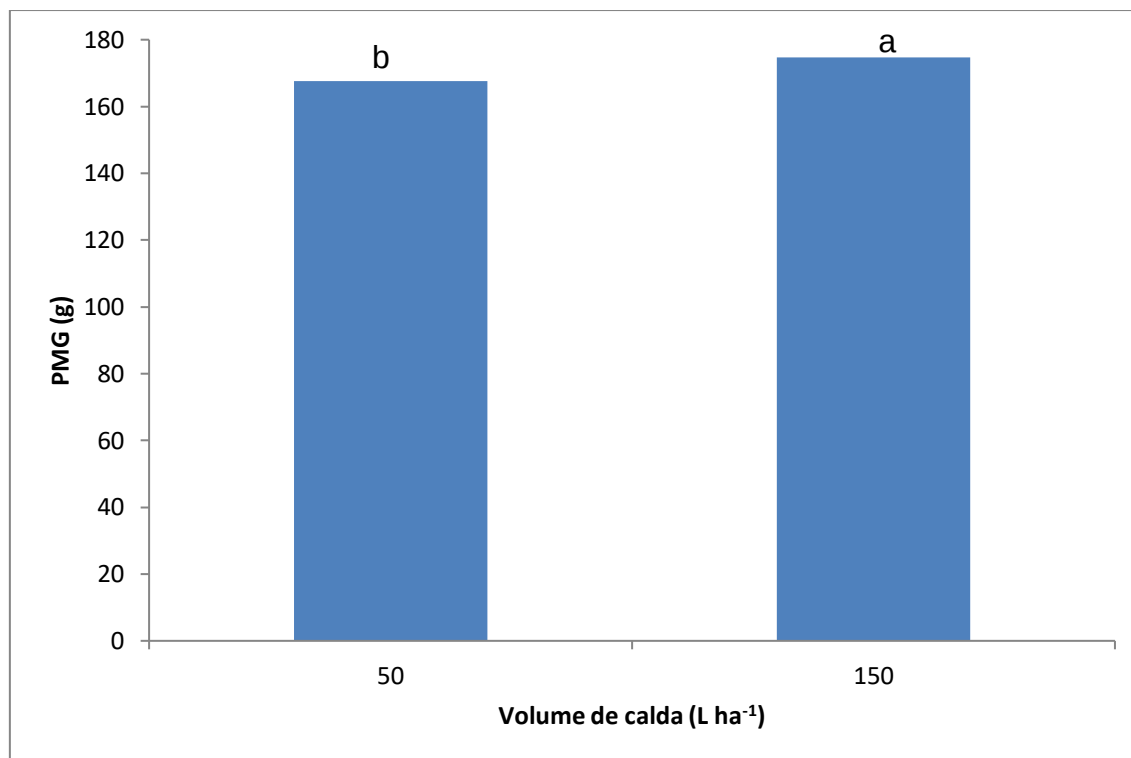
A produtividade e o peso de mil grãos, do mesmo modo que ocorreu na aplicação isolada dos fungicidas, foram influenciados pela qualidade de controle das doenças, apresentando melhores resultados no maior volume de calda, em conjunto com as aplicações diurnas. A produtividade nas aplicações noturnas não diferiu significativamente da testemunha (Figura 19). Enquanto as aplicações diurnas resultaram em melhores produtividades tanto para 50 quanto para 150 L ha⁻¹, com ganhos de 20,1 sc ha⁻¹ e 24,9 sc ha⁻¹ a mais que a testemunha, respectivamente para cada volume de calda (Figura 19).

Figura 19 - Produtividade comparada aos diferentes volumes de caldas e diferentes horários de aplicação. Letras minúsculas distintas entre os horários de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes no mesmo horário de aplicação diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)



Para o PMG, o volume de calda de 150 L ha⁻¹ indicou o maior PMG em comparação a 50 L ha⁻¹ e a testemunha (Figura 20). O maior PMG no maior volume de calda também está relacionado ao maior controle das doenças neste mesmo volume de calda.

Figura 20 - Peso de mil grãos (PMG) em função do volume de calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



4.2.2 Avaliações referentes às interações das caldas de fungicida com os horários de aplicação

4.2.2.1 Área abaixo da curva de progresso da ferrugem

Para a AACPD da ferrugem no volume de calda de 50 L ha⁻¹ houve significância apenas para os fatores isolados. Já para o volume de calda de 150 L ha⁻¹ apenas o fator calda foi significativo (Tabela 6).

Tabela 6 - Quadro da análise de variância (ANOVA) dos dados de AACPD da ferrugem para interação entre calda e horário de aplicação (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
50 L ha⁻¹					
Calda	2	137360	68680	25,39	0,000006*
Horário	1	95036	95036	35,14	0,000013*
Calda*Horário	2	11742	5871	2,17	0,1430
Resíduo	18	48678	2704		
Total	23	292815			
CV = 19,7%					
150 L ha⁻¹					
Calda	2	27337,7	13668,8	3,60	0,0482*
Horário	1	15542,3	15542,3	4,09	0,0580
Calda*Horário	2	10533,7	5266,9	1,39	0,2747
Resíduo	18	68237,9	3791,0		
Total	23	121651,6			
CV = 32%					

*Significativo a 5%

No volume de 50 L ha⁻¹, a maior severidade da ferrugem ocorreu quando houve aplicação do produto Previnil isolado e menor na associação dos dois produtos (Figura 21). Na comparação dos horários de aplicação, a maior severidade ocorreu nas aplicações noturnas (Figura 22). No maior volume de calda (150 L ha⁻¹) também ocorreu menor severidade da doença com a associação dos dois produtos, porém, sem diferença estatística com o tratamento do Vessarya isolado (Figura 23). Além de ressaltar a importância do horário de aplicação, o maior valor da AACPD para o Previnil isolado reforça a maior segurança da prática de associação de fungicidas protetores e sistêmicos, independentemente dos horários de aplicação e dos volumes de calda utilizados, indicando a importância da associação dos produtos multissítios com os sistêmicos para o controle não só das DFC como também para a ferrugem, reduzindo consideravelmente a incidência das doenças nos tratamentos.

Figura 21 - AACPD da Ferrugem dos tratamentos com 50 L ha⁻¹ em função da calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)

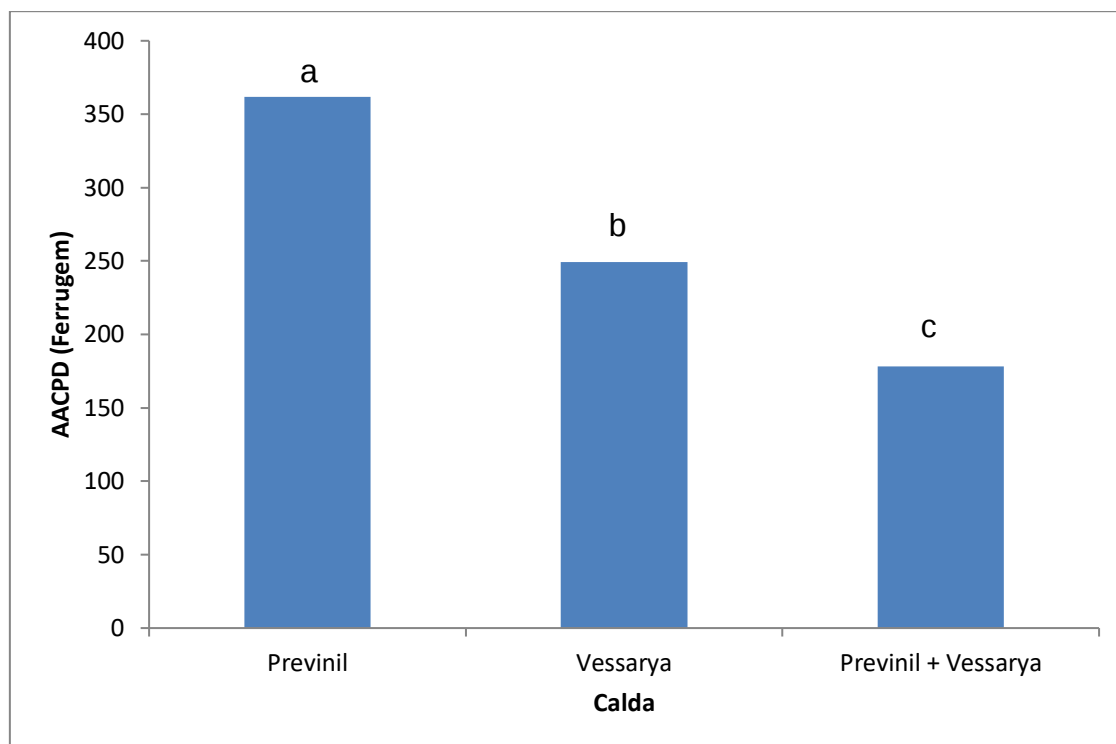


Figura 22 - Média da AACPD Ferrugem dos tratamentos com 50 L ha⁻¹ em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)

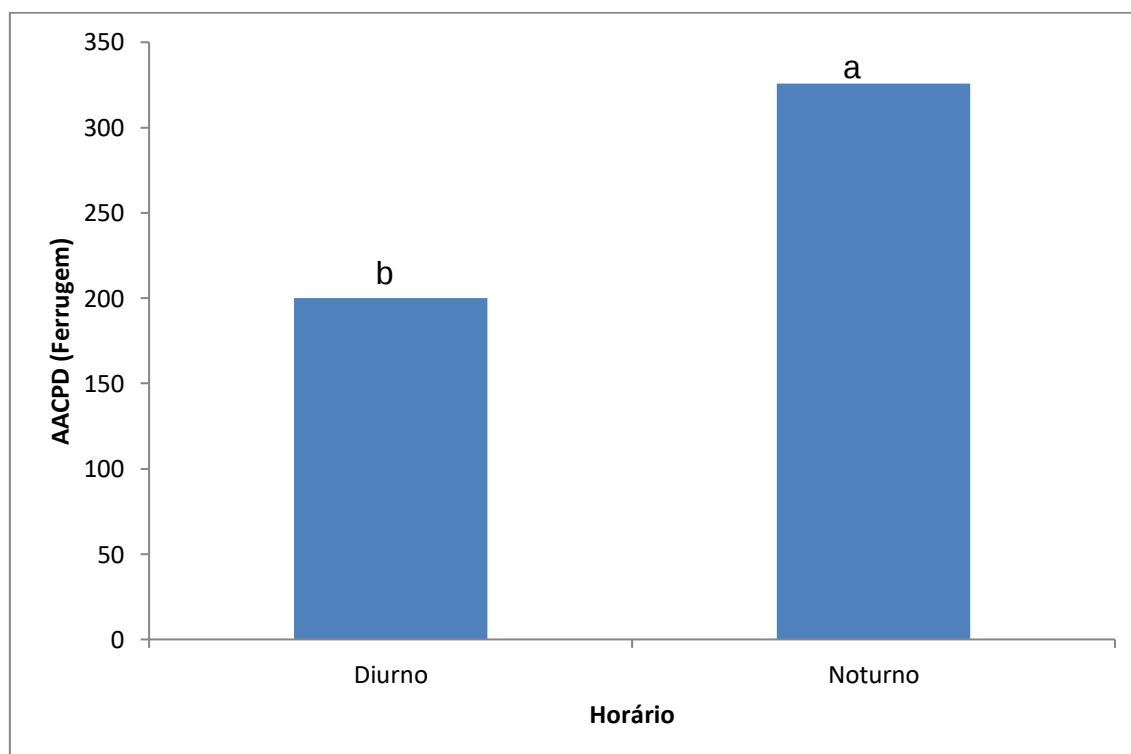
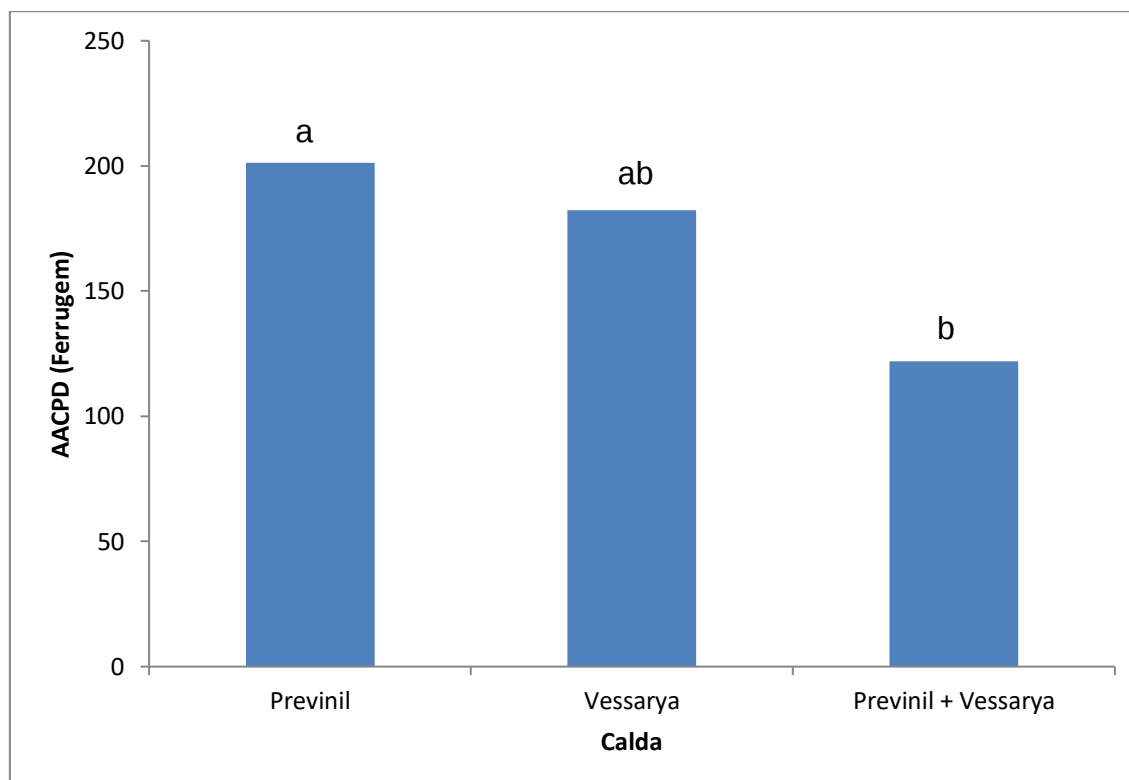


Figura 23 - AACPD da ferrugem dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função da calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



4.2.2.2 Área abaixo da curva de progresso da DFC

O fator horário de aplicação foi o único fator significativo para AACPD da DFC no volume de calda de 50 L ha⁻¹. Para o volume de calda de 150 L ha⁻¹ houve interação significativa para a interação calda e horário de aplicação (Tabela 7).

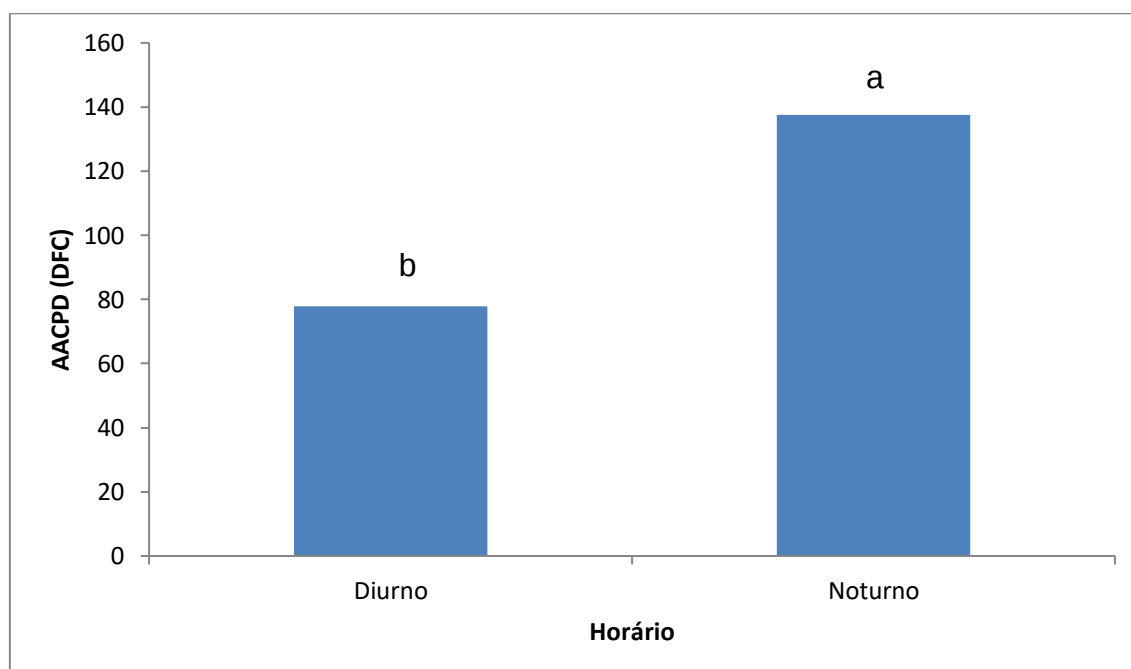
Na comparação dos horários de aplicação no cenário de 50 L ha⁻¹, também ocorreu maior severidade de doenças no horário de aplicação noturna (Figura 24), assim como ocorreu para ferrugem. Esse comportamento mostra que as condições de aplicação e controle das doenças foram melhores nas aplicações diurnas.

Tabela 7 - Quadro da análise de variância (ANOVA) dos dados de AACPD das DFC para interação entre calda e horário de aplicação (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
50 L ha⁻¹					
Calda	2	3397,6	1698,8	2,67	0,0960
Horário	1	21387,5	21387,5	33,70	0,000017*
Calda*Horário	2	1067,9	534,0	0,84	0,4474
Resíduo	18	11421,9	634,5		
Total	23	37274,9			
CV = 21,4%					
150 L ha⁻¹					
Calda	2	15513,4	7756,7	35,04	0,000001*
Horário	1	52598,5	52598,5	237,62	0,000000*
Calda*Horário	2	19739,6	9869,8	44,58	0,000000*
Resíduo	18	3984,3	221,3		
Total	23	91835,8			
CV = 14%					

*Significativo a 5%

Figura 24 - Média da AACPD DFC dos tratamentos com 50 L ha⁻¹ em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p < 0,05)

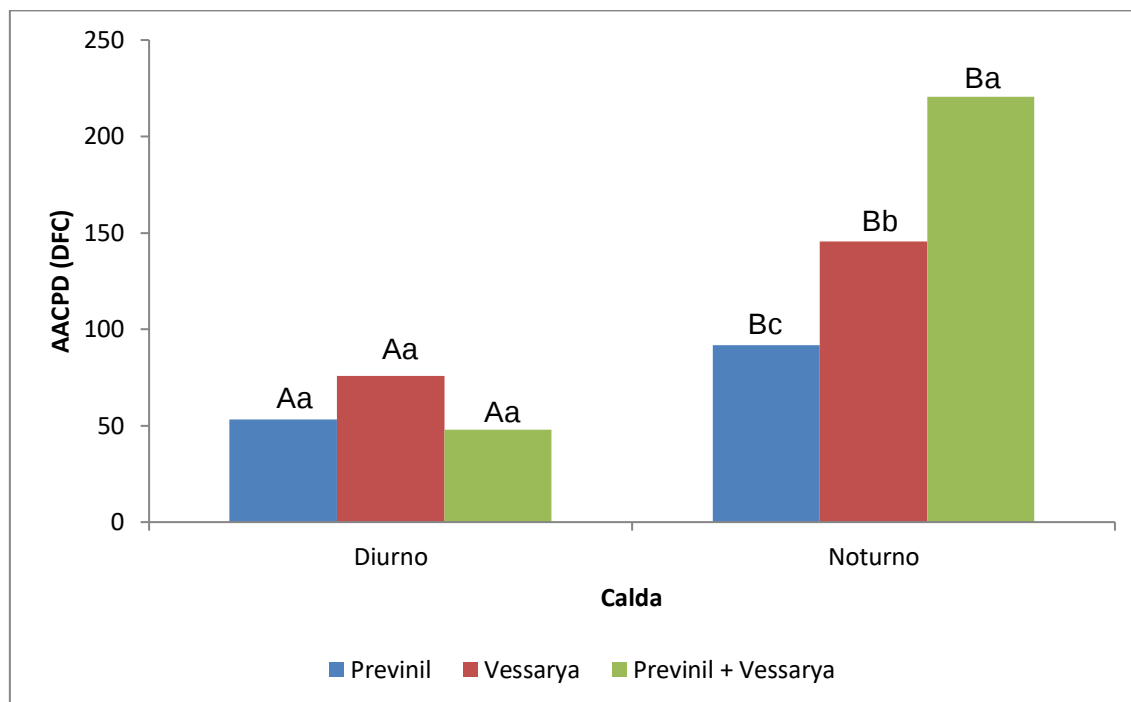


No cenário de maior volume de calda (150 L ha⁻¹) não houve diferenças entre as caldas na aplicação diurna. A aplicação noturna resultou em maiores

médias de severidade da doença e a calda que continha a associação dos dois produtos obteve menor índice de controle para as doenças de final de ciclo, seguido de Vessarya isolado e com o melhor controle está o Previnil isolado (Figura 25). A maior AACPD na associação dos dois produtos na aplicação noturna pode ter ocorrido devido à chuva após cerca de duas horas da primeira aplicação, no entanto o mesmo poderia ter ocorrido para os produtos isolados. Pode-se considerar que essa primeira aplicação, realizada em R2, foi muito importante no controle das doenças, quando ainda não havia sintomas de ferrugem, porém já havia de DFC, septoriose e mancha alvo, nesse momento. As DFC no estudo em questão estavam com índice de severidade relativamente baixo, no entanto as condições de clima favorável e suscetibilidade da cultivar proporcionaram aumento da severidade, como observado nos resultados para as plantas da testemunha.

A definição do tempo necessário para cada produto agir na planta visando o controle efetivo é um tópico de grande complexidade, e o quão prejudicial ou qual porcentagem de influência da ocorrência de chuva a cada hora após o período de aplicação é uma determinação que depende de pesquisas específicas. Para detalhar essa hipótese em relação à chuva, seria necessário trabalhos específicos, enfocando a extração dos produtos pela chuva (rainfastness) e a incidências das doenças dentro do cenário das quantidades e tempos em que ocorrem as lavagens.

Figura 25 - AACPD da DFC dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função da calda e horário de aplicação. Letras minúsculas distintas entre as caldas de mesmo volume e letras maiúsculas distintas entre os volumes da mesma composição da calda diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05)



4.2.2.3 Peso de mil grãos (PMG)

Os dados referentes ao PMG no cenário de aplicação de menor volume de calda (50 L ha⁻¹) não apresentou significância estatística dos fatores e suas interações (Tabela 8). No cenário de maior volume de calda (150 L ha⁻¹), houve significância para os fatores horário e caldas isolados (Tabela 8). A mistura dos fungicidas e o Vessarya isolado tiveram desempenho superior ao fungicida Previnil isolado (Figura 26), enquanto a aplicação diurna resultou em melhor desempenho se comparada à aplicação noturna, seguindo padrão já observado anteriormente (Figura 27).

Tabela 8 - Quadro da análise de variância (ANOVA) dos dados de peso de mil grãos para interação entre calda e horário de aplicação no cenário de 50 L ha⁻¹. (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
50 L ha⁻¹					
Calda	2	122,5	61,3	1,3	0,310
Horário	1	58,6	58,6	1,2	0,288
Calda*Horário	2	12,3	6,2	0,1	0,882
Resíduo	18	881,3	49,0		
Total	23	1074,8			
CV	4,2%				
150 L ha⁻¹					
Calda	2	257,1	128,6	8,4	0,003*
Horário	1	120,2	120,2	7,9	0,012*
Calda*Horário	2	73,3	36,6	2,4	0,120
Resíduo	18	275,9	15,3		
Total	23	726,5			
CV	2,3%				

*Significativo a 5%

Figura 26 - Médias do peso de mil grãos dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função da composição da calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p < 0,05)

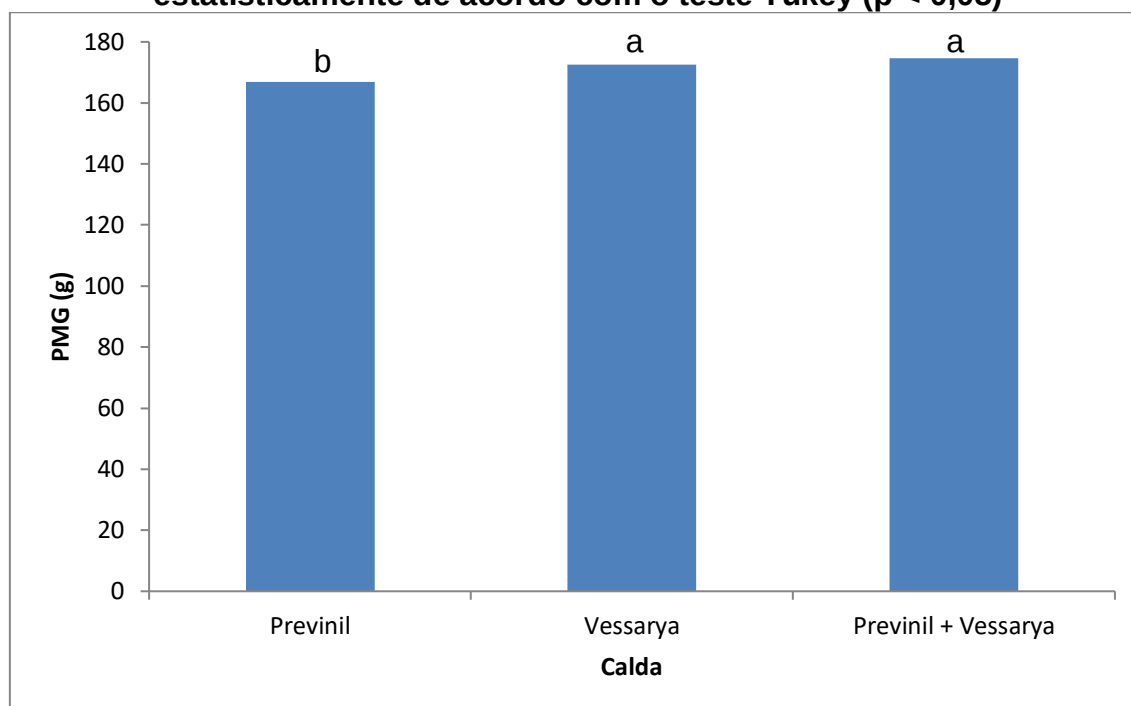
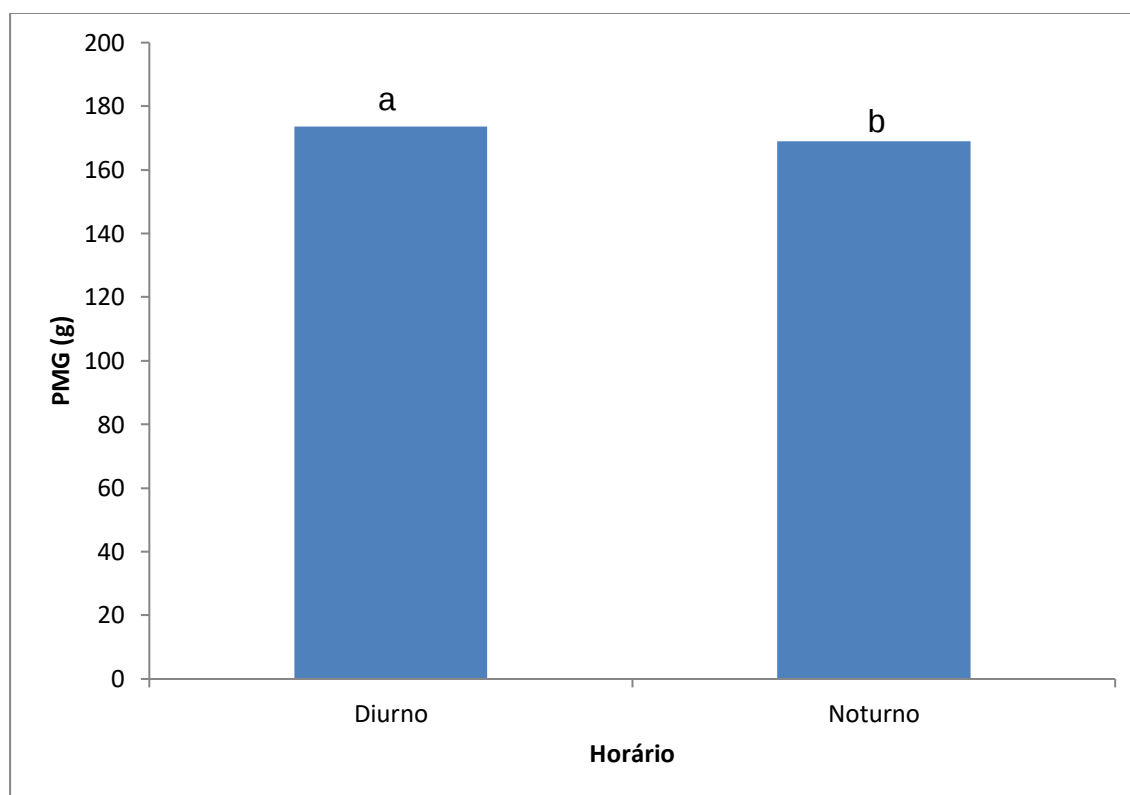


Figura 27 - Média do peso de mil grãos dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).



4.2.2.4 Produtividade

Para produtividade apenas o horário de aplicação foi significativo a 50 L ha⁻¹ (Tabela 9). Então, para esse fator, identificou-se novamente melhores resultados para aplicação diurna em relação à noturna (Figura 28).

No cenário de maior volume de calda (150 L ha⁻¹) houve interação apenas para os fatores isolados (Tabela 9). A mistura dos fungicidas e o Vessarya isolado tiveram desempenho superior ao fungicida Previnil isolado (Figura 29), enquanto a aplicação diurna resultou em melhor desempenho se comparada à aplicação noturna, seguindo padrão já observado anteriormente (Figura 30). Esses resultados apenas reforçam importância de um fungicida multissítio no programa de manejo de doenças fungicas, mas ao mesmo tempo, esse tipo de produto aplicado de forma isolada não gera um efeito de controle satisfatório, sendo melhor utilizado de forma a complementar a aplicação de produtos sítio-específico.

Tabela 9 - Quadro da análise de variância (ANOVA) dos dados de produtividade para interação entre calda e horário de aplicação no cenário de 50 L ha⁻¹. (GL: Grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; P: p valor; CV: Coeficiente de variação)

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	P
50 L ha⁻¹					
Calda	2	335425,0	167713,0	1,6	0,227
Horário	1	1622400,0	1622400,0	15,6	0,000*
Calda*Horário	2	512425,0	256213,0	2,5	0,114
Resíduo	18	1873550,0	104086,0		
Total	23	4343800,0			
CV	10,8%				
150 L ha⁻¹					
Calda	2	862633,0	431317,0	6,3	0,008*
Horário	1	2012604,0	2012604,0	29,5	0,000*
Calda*Horário	2	102533,0	51267,0	0,8	0,486
Resíduo	18	1229725,0	68318,0		
Total	23	4207496,0			
CV	7,9%				

*Significativo a 5%

Figura 28 - Média da produtividade dos tratamentos com 50 L ha⁻¹ em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p < 0,05)

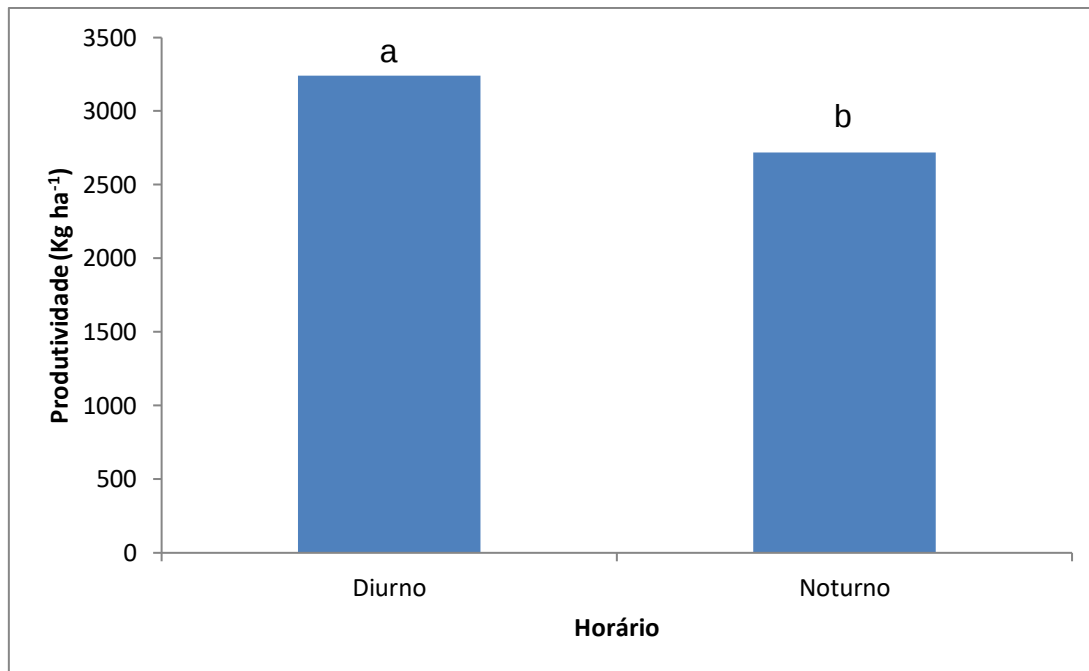


Figura 29 - Média da produtividade dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função da composição da calda. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p < 0,05)

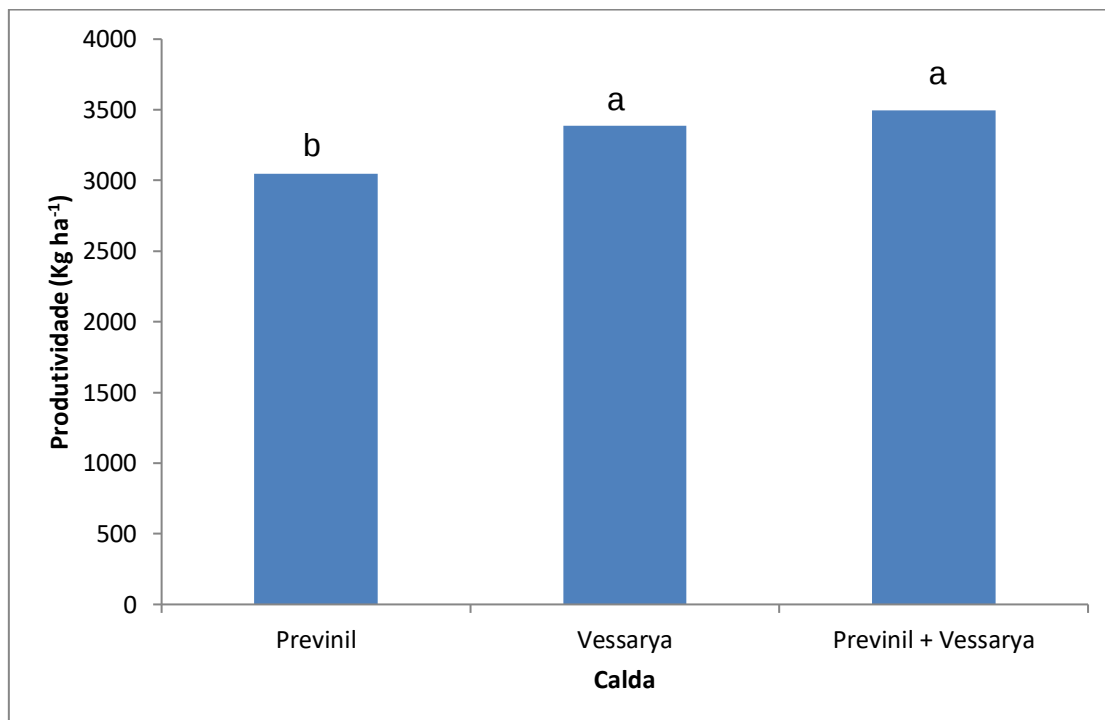
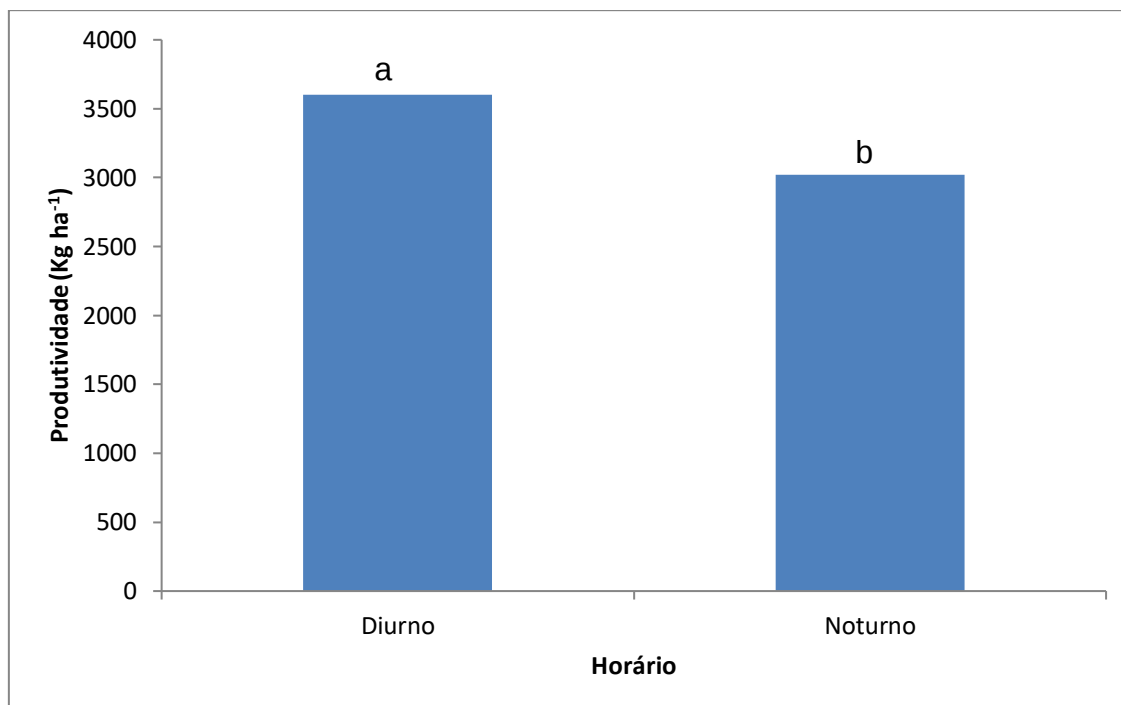


Figura 30 - Média da produtividade dos tratamentos com 150 L ha⁻¹ em função do horário de aplicação. Letras minúsculas distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$)



5 CONCLUSÕES

O horário de aplicação e o volume de calda foram fatores determinantes para o controle efetivo das doenças que apareceram no campo e que refletiu diretamente na qualidade e produtividade da cultura, independente do tipo de mistura que foi realizada.

A aplicação diurna e no maior volume de calda, em geral, rendeu menores índices de severidade das doenças e conseqüentemente maiores produtividades no final do ciclo da cultura.

A melhor forma de manejar doenças fungicas na cultura da soja é fazer a associação de produtos sitio-especifico com produtos multissitios visando diminuir a severidade das doenças no campo.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.; COSTA, A.; ROGGIA, S.; & GAZZIERO, D. Depósito de gotas da pulverização na cultura da soja em função do volume de calda e do tipo de pontas. In *Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 37., 2019, Londrina: Embrapa Soja, 2019.(Embrapa Soja. Documentos, 413), 2019.
- ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. COPAG – Comitê de Boas Práticas Agrícolas. Disponível em:<http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>, 2010.
- ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. *Boletim de Pesquisa de Soja* 2009, Rondonópolis, n.13, p. 299-315, 2009.
- ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In *Congresso Brasileiro de Algodão* (Vol. 5, p. 6), 2005.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. (Eds.). *Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012*. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap. 16, p. 113-139.
- ANTUNIASSI, U. R., & BAIO, F. H. Tecnologia de aplicação de defensivos. *Boletim de Pesquisa de Soja*, 8, 165-177, 2004.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte/FEPAF, 2019. p. 283 – 302.
- ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K. ; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. Tecnologia de Aplicação: Definição e Princípios Básicos. In: ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K. ; MOTA, A. A. B. ; CHECHETTO, R. G. *Entendendo a Tecnologia de Aplicação*. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2017. p. 9-11.
- ASABE. *Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra*; ASABE: St. Joseph, MI, USA, 2018.

BOLLER, W.; FERREIRA, M. C.; & COSTA, D. D. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. *Revista Plantio Direto*, 121, 33-37, 2011.

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

BOLLER, W.; MACHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.722-727, 2007.

BOLLER, W.; WITT, J. S. S.; BRUGNERA, E. Utilização de Auxílio à Barra de Pulverização, Horários de Aplicação e Pontas de Pulverização em Aplicações de Fungicidas na Cultura da Soja. In: *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul*, Passo Fundo, 2012.

BUENO, M. R.; ALVES, G. S.; PAULA, A. D. M. & CUNHA, J. P. A. R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. *Planta daninha*, 31(3), 705-713, 2013

CARVALHO, F. K. Influência de adjuvantes de calda no depósito e deriva em aplicações aéreas e terrestres. 2013. xi, 61 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2013.

CARVALHO, F. K. Viscosidade, tensão superficial e tamanho de gotas em caldas com formulações de inseticidas e fungicidas. Tese - Doutorado (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2016. 64p.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Estudo Especial sobre Mensuração econômica da incidência de pragas e doenças no Brasil. Piracicaba – SP, 2017.

CHECHETTO, R. G., MOTA, A. A. B., ANTUNIASSI, U. R., CARVALHO, F. K., VILELA, C. M., & ARRUDA, A. C. Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no Estado de Mato Grosso. *Magistra*, 26(1), 89-97, 2017.

CHECHETTO, R.G. Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização. Dissertação - Mestrado (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2011. 70p.

CHECHI, A., FORCELINI, C. A., & BOLLER, W. Volumes de calda e doses de fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja. *Summa Phytopathologica*, 45(3), 255-260, 2019.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. *Botem técnico: TeeJet South American*, 5, 14 p., 1999.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, Grãos, safra 2019/2020 – N.6 – Sexto levantamento, 2020.

COSTA, D. I. & BOLLER, W. Aplicação de fungicida em soja com atomizador rotativo de discos, operado com cinco velocidades angulares em dois horários. In: *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul*, Pelotas, 2006.

COURSHEE, J.H. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D.C. ed. *Fungicide – An advanced treatise*, New York, Academic Press, p. 239-86, 1967.

CUNHA, J. P. A. R. D., REIS, E. F. D., & SANTOS, R. D. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência rural*, 36(5), 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.36, p.61- 66, 2006.

DE AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. *Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)*, 2006.

DEBORTOLI, M. P. Efeito dos espectros de gota associados a diferentes arquiteturas de cultivares de soja no controle da ferrugem. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

DREHMER, R. G., LAJÚS, C. R., & CERICATO, A. Rendimento da soja submetida a adição de fungicida multissítio em diferentes estádios fenológicos. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste*, 3, e18891-e18891, 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento anual safra 2003-2004, 2004.

FAVARETTO, L. A. Influência do horário de aplicação de fungicidas sobre o progresso de ferrugem asiática e produtividade de soja. 2019.

FERREIRA, M. C., MACHADO-NETO, J. G., & MATUO, T. Redução da dose e do volume de calda nas aplicações noturnas de herbicidas em pós-emergência na cultura de soja. *Planta Daninha*, 16(1), 25-36, 1998.

FIALLOS, F. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. *Ciencia y Tecnología, Garcés*, v. 4, n. 2, p. 45-60, 2011.

FIALLOS, F. R. G., & FORCELINI, C. A. Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol+ estrobilurina. *Bioscience Journal*, 29(4), 2013.

FRANCO, A. A. A Importância da Soja na Economia Brasileira e na Segurança Alimentar. *Seminário Ano Internacional das Leguminosas*. Goytacazes, RJ, 2016.

GODOY, C. V., & MEYER, M. C. Resistência a fungicidas na cultura da soja. *Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2014.

GODOY, C. V., KOGA, L. J., & CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, 31(1), 63-68, 2006.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; MOREIRA, E. N.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; FEKSA, H. R.; ARAUJO JUNIOR, I. P.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L. M. de R.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; VOLF, M. R.; GOUSSAIN, M.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da

soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 129), 2017.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2011/12. Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 93), 2012

HENNING, A. A., ALMEIDA, Á. M. R., GODOY, C. V., SEIXAS, C. D. S., YORINORI, J. T., COSTAMILAN, L. M., FERREIRA, L. P., MEYER, M. C., SOARES, R. M. & Dias, W. P. Manual de identificação de doenças de soja. Embrapa Soja-Documents (INFOTEC-A), 2014.

HIKISHIMA M, CANTERI MG, GODOY CV, KOGA LJ, SILVA AJ. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. *Tropical Plant Pathology* 35:96-103, 2010.

ITO, Margarida Fumiko. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. *Nucleus*, v. 10, n. 3, 2013.

JUHÁSZ, A.C.P.; PÁDUA, G.P.; WRUCK, D.S.M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO N.R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. *Informe Agropecuário*, v. 34, n. 276, p. 66-75, 2013.

KOLLER, D. The control of leaf orientation by light. *Photochemistry and photobiology*, 44(6), 819-826, 1986.

KRUGER, G. R.; ANTUNIASSI, U. R. Deriva na pulverização em culturas anuais. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 319-329.

LAMEGO F. P. & SCHAEGLER C. P. Fisiologia vegetal e a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: ANTUNIASSI U. R. & BOLLER W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2019. p. 233 – 245.

LEE, H., GARRETT, W. M., SULLIVAN, J., FORSETH, I., & NATARAJAN, S. S. Proteomic analysis of the pulvinus, a heliotropic tissue, in *Glycine max*. *International Journal of Plant Biology*, 5(1), 2014.

MARTINS, C.M.; GUERZONI, R.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, n.2, p.179-184, 2004.

MATTHEWS, G. A. Application of pesticides to crops. London: Imperial College Press, 2000. 325 p

MATTHEWS, G. A. Developments in application technology. *The Environmentalist*, New York, v. 28, n. July 2007, p. 19–24, 2008.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: FUNEP, 1990.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. *Crop Protection*, Amsterdam, v. 19, n.8-10, p. 609–615, 2000.

MOREIRA, M.T. Relação entre pontas de aplicação, horário de aplicação e cultivares no controle de *Phakopsora pachyrhizi* em soja. 2010.

MOTERLE, L. M., SANTOS, R. F. D., SCAPIM, C. A., BRACCINI, A. D. L., BONATO, C. M., & CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, 58(5), 651-660, 2011.

MOURA, B. Deposição de fungicida em cultivares de soja com diferentes hábitos de crescimento, controle e sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2015.

MOURA, B., BOLLER, W., DEUNER, C. C., CONSOLI, P. P., & PIZOLOTTO, C. A. Assistência à barra de pulverização na aplicação de fungicidas para o controle de ferrugem-asiática em plantas de soja com diferentes hábitos de crescimento. Congresso Brasileiro de Fitossanidade, Águas de Lindóia-SP 3, 2015.

MÜLLER, M. Arquitetura de plantas de soja: interceptação de radiação solar, deposição de produtos fitossanitários e produtividade. 2017. 91 f. (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2017.

MÜLLER, M., RAKOCEVIC, M., CAVERZAN, A., BOLLER, W., & CHAVARRIA, G. Architectural Characteristics and Heliotropism May Improve Spray Droplet Deposition in the Middle and Low Canopy Layers in Soybean. *Crop Science*, 58(5), 2029-2041, 2018.

NANSEN, C.; FERGUSON, J. C.; MOORE, J.; GROVES, L.; EMERY, R.; GAREL, N.; HEWITT, A. Optimizing pesticide spray coverage using a novel web and smartphone tool SnapCard. *Agron. Sust. Dev.* v. 35, p. 1075–1085. 2015.

NETTO, A. Fungicidas sistêmicos associados à multissítio: efeito sobre a severidade da ferrugem asiática e a produtividade da soja, 2018.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R. Caracterização física e química e potencial de deriva de caldas contendo surfatantes em pulverizações agrícolas. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 27, p. 138–149, 2012.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Spray adjuvante characteristics affecting agricultural spraying drift. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 109–116, 2015.

OZKAN, H. E. Effects of major variables on drift distances of spray droplets. *Food, Agricultural and Biological Engineering*. AEX 525-98, 1998.

OZKAN, H. E., REICHARD, D. L., ZHU, H., & ACKERMAN, K. D. Effect of drift retardant chemicals on spray drift, droplet size and spray pattern. In *Pesticide Formulations and Application Systems: 13th Volume*. ASTM International, 1993.

POLATO, S A; OLIVEIRA, N C. Eficiência do controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho em função de diferentes horários de aplicação de inseticida. *Campo Digital*, v. 6, n. 1, 2011.

REIS, E. M., REIS, A. C., & ZANATTA, M. Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. *Summa Phytopathologica*, 44(3), 289-292, 2018.

REIS, E.M.; REIS, A.C.; CARMONA, M.A. Manual de fungicidas: Guia para o controle químico racional de doenças de plantas. 8.ed. Passo Fundo: Berthier,. 280 p, 2019.

ROEHRIG, R., BOLLER, W., FORCELINI, C. A., & CHECHI, A. (2018). Use of surfactant with different volumes of fungicide application in soybean culture. *Engenharia agrícola*, 38(4), 577-589.

ROMAN, E. S., VARGAS, L., RIBEIRO, M. C. F., & LUIZ, A. R. M. Influência do orvalho e volume de calda de aplicação na eficácia do glyphosate na dessecação de *Brachiaria plantaginea*. *Planta daninha*, 22(3), 479-482, 2004.

SANTOS, J. L., CONSTANTIN, J., OLIVEIRA Jr, R. S., INOUE, M. H., SALES, J. G. C., & HOMEM, L. M. Influência do orvalho na eficiência do glyphosate sobre *Brachiaria decumbens*. *Planta daninha*, 22(2), 285-291, 2004

Sediyama, T., Pereira, M. G., Sediyama, C. S., & Gomes, J. L. L. Cultura da soja: primeira parte. UFV, 1985.

SEIXAS, C. D. S., HARGER, N., DE OLIVEIRA, F. T., SERATTO, C. D., GHELLER, J. A., & DE OLIVEIRA, A. B. Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017/2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2018.

SINDIVEG. O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, São Paulo, SP, 2020. Disponível em: https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2020/08/SINDIVEG_Paper_REV_FINAL_2020_bxresolucao.pdf.

SOUZA, D. M., NEGRISOLI, M. M., BERNARDES, L. M., RODRIGUES, D. M., JUNIOR, L. D. B., & RAETANO, C. G. Impacto da taxa de aplicação de caldas fungicidas no progresso da ferrugem asiática da soja. In *Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade* (Vol. 5, No. 1), 2019.

SOUZA, P. H. N. D. Associação de mancozebe com formulações comerciais mistas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, 2017.

TAIZ, L., & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal 5ªed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2013.

TALAIA, M., & VIGÁRIO, C. Temperatura de ponto de orvalho: um risco ou uma necessidade. Parte: <http://hdl.handle.net/10316.2/39909>, 2016.

TEIXEIRA, M. M. Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica. 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

USDA. Safra Mundial de Soja 2019/20 - 12º Levantamento do USDA, 2020.

VEASEY, E. A., PIOTTO, F. A., NASCIMENTO, W. F. D., RODRIGUES, J. F., MEZETTE, T. F., BORGES, A., BIGUZZI, F. A., SANTOS, F. R. C., SOBIERAJSKI, G. R., RECCHIA, G. H. & MISTRO, J. C. Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. *Ciência Rural*, 41(7), 1218-1228, 2011.

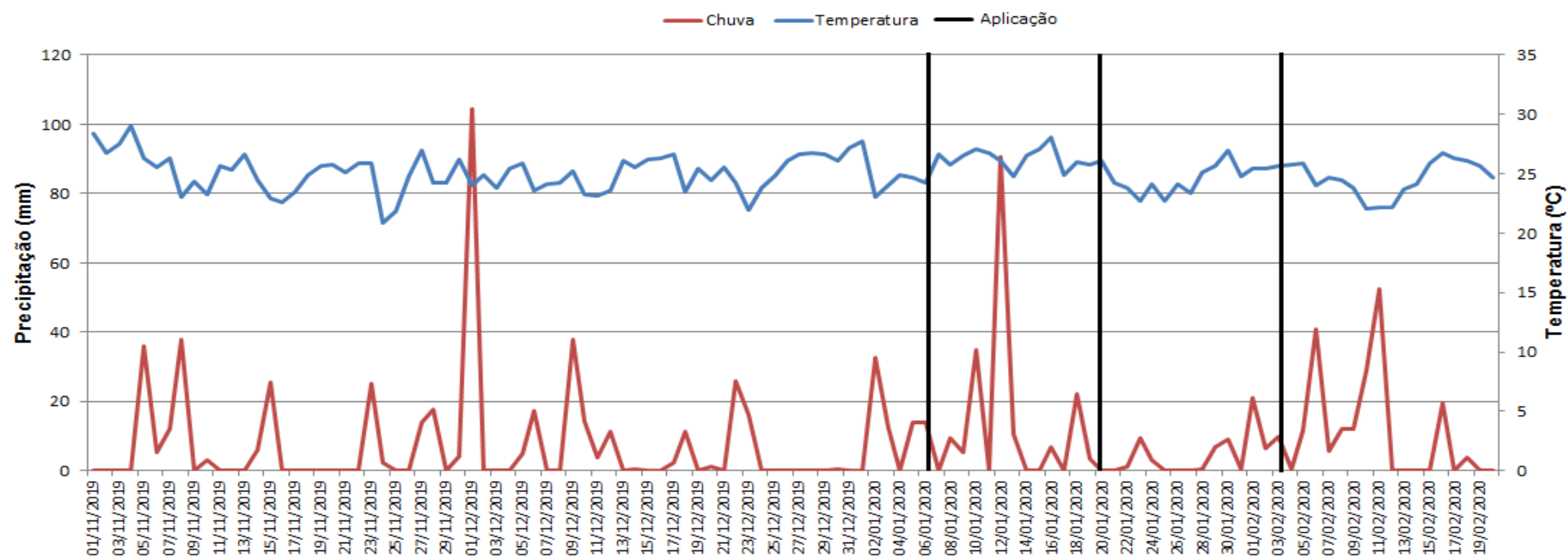
VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Brasil: Informando corretamente sobre o uso e os riscos dos agrotóxicos. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 367-373.

YORINORI JT, NUNES JUNIOR J, LAZZAROTTO JJ. Ferrugem "Asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. Londrina PR. Embrapa Soja. Documentos 247, 2004.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V.; JÚNIOR. I.P.A. Doenças da soja. In: Boletim de Pesquisa 2017/208, n. 18, Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, Rondonópolis, 2018.

ZAUZA, E. Â. V., COUTO, M. M. F., MAFFIA, L. Â., & ALFENAS, A. C. Eficiência de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do Eucalyptus. *Revista Árvore*, 32(5), 829-835, 2008.

APÊNDICE A - Precipitação e temperatura registrados durante o desenvolvimento da cultura.



APÊNDICE B - Condições meteorológicas, altura de plantas, horário de aplicação e ocorrência de chuva durante as aplicações.

Dia	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Altura da planta (cm)	Horário da Aplicação	Horário da chuva
Primeira Aplicação			79		
T1 a T 2	34	45		13h40	22:56
T3 a T6	33,4	52		14h12	22:56
Segunda Aplicação			84		
T1 a T 4	32	54		15h30	NO*
T5 a T6	30	59		16h40	NO*
Terceira Aplicação			116		
T1 a T 4	28	88		16h10	NO*
T5 a T6	27	90		16h40	NO*
Noite			79		
Primeira Aplicação					
T7 a T10	28,5	65		19h25	22:56
T11 a T12	25,3	78		20h30	22:56
Segunda Aplicação			84		
T7 a T10	23,4	75		19h35	NO*
T11 a T12	21,2	82		20h40	NO*
Terceira Aplicação			116		
T7 a T9	23	89		19h10	NO*
T10 a T12	22,4	85		19h45	NO*