
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E DIFERENTES HORÁRIOS NOS PARÂMETROS TÉCNICOS DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

MONTEIRO, Gabriela Rodrigues¹
BRITO, Lucas Bernardino Martins Sales²
NASCIMENTO, Jackeline Matos do³
ARCOVERDE Sálvio Napoleão Soares⁴

Recebido em: 2021.07.02

Aprovado em: 2021.10.25

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3817

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de aplicação em quatro horários do dia e dois modelos de pontas de pulverização. O ensaio foi conduzido em Dourados-MS, avaliando duas diferentes pontas de pulverização (Leque Simples -JSF 110.02, Leque Duplo - JTT 110.02) em quatro horários (13:00, 14:00, 15:00 e 17:00 h) com pulverizador tratorizado Modelo PJ 401. Para avaliação de parâmetros de tecnologia de aplicação foram utilizados papéis hidrossensíveis, após as aplicações os papéis foram armazenados e posteriormente digitalizados com resolução de 300 dpi com o programa DropScan, determinando-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a porcentagem de cobertura (%), a densidade de gotas, o coeficiente de dispersão, a amplitude e o diâmetro da mediana numérica (DMN). Os melhores resultados para estes parâmetros ocorreram quando a aplicação foi realizada às 17:00 h, enquanto a ponta Leque Duplo (JTT 110.02) mostrou-se mais eficiente nos parâmetros de amplitude, coeficiente de dispersão e diâmetro da mediana volumétrica, em contrapartida a ponta leque simples (JSF-110.02) mostrou desempenho superior nos parâmetros de porcentagem de cobertura, amplitude e diâmetro da mediana numérica.

Palavras-chave: DropScan. Papéis hidrossensíveis. Pulverizadores.

SPRAY NOZZLES AND DIFFERENT TIMES IN THE TECHNICAL PARAMETERS OF APPLICATION TECHNOLOGY

SUMMARY: This work had as a goal to evaluate the application efficiency with four times of day and spray nozzles. The experiment was carried in a Dourados-MS, evaluate two different spray nozzle (simple fan -JSF 110.02, double fan - JTT 110.02) in a four times (13:00, 14:00, 15:00 e 17:00 h) with sprayer tractor Model PJ 401. To evaluate the parameters of application technology it has been used water-sensitive papers, after applications papers it has been stored and later scanned with resolution of 300 dpi with software DropScan, were determined the, volume median diameter (DMV), leaf coverage, the density of droplets, the dispersion coefficient, the range and the number median diameter (DMN). The best results for these parameters occurred when the application was performed at 17:00 h, while the nozzle double fan - JTT 110.02 was most efficient in the parameters of range, dispersion coefficient and volume median diameter, as opposed to nozzle simple fan -JSF 110.02 most high performance in the parameters of leaf coverage, range and number median diameter.

Keywords: DropScan. Water sensitive papers. Sprayers.

INTRODUÇÃO

Tecnologia traduz-se como o estudo sistemático sobre técnicas, métodos, meios e instrumentos a um determinado processo produtivo. Em vista disso, entende-se como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto

¹ Acadêmica do Centro Universitário da Grande Dourados

² Acadêmico do Centro Universitário da Grande Dourados

³ Professora Doutora do Curso de Agronomia do Centro Universitário da Grande Dourados

⁴ ORCID-ID <https://orcid.org/0000-0002-0453-4566>. Doutor em Agronomia. PNPD - Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFGD

biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas. A aplicação adequada é aquela que, realizada no momento correto, horário adequado, proporcione cobertura suficiente do alvo e nele deposita a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema (MATUO, 2001).

Assim, a tecnologia de aplicação de agrotóxicos torna-se um dos principais componentes em diversos sistemas de produção agrícola. Ela proporciona a correta aplicação dos produtos no alvo, visando manter a sustentabilidade, cuidando da saúde do trabalhador, fornecendo o retorno econômico esperado pelo produtor (MATUO, 1990). Deve-se ressaltar que todo defensivo agrícola necessita de vários cuidados como a forma correta de aplicação, momento e equipamentos adequados, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (CUNHA; TEIXEIRA; VIEIRA, 2005).

Para que se possa entender o processo de pulverização de um líquido é imprescindível o conhecimento da teoria de formação das gotas e de sua movimentação no meio ambiente (DRESCHER, 2012). Deriva é o desvio de uma determinada quantidade de produto para fora do alvo, provocando contaminação ambiental e reduzindo a eficiência da aplicação. O diâmetro das gotas, bem como o seu peso, são os fatores que mais afetam a deriva, em uma determinada condição climática. Todo controle de deriva deve passar necessariamente pelo controle do diâmetro das gotas produzidas que possuem relação inversa com o potencial de deriva, ou seja, quanto maior o tamanho das gotas produzidas menor o potencial de deriva destas (DRESCHER, 2012).

Dentre os principais aspectos relacionados à tecnologia de aplicação, destaca-se a seleção e a correta utilização das pontas de pulverização para geração de quantidades e classes de tamanho de gotas adequadas a cada tratamento. O bico de pulverização é o responsável pela fragmentação e vazão da calda de aplicação e está posicionado no final do sistema hidráulico. Esse sistema é composto por várias partes constituintes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, definindo a vazão, o espectro de diâmetro de gotas e a forma do jato emitido (CHRISTOFOLETTI, 1999). O bico é fundamental para uma correta aplicação de defensivos agrícolas, sendo que sua estrutura, material de fabricação, modo de operação e manutenção influenciam a qualidade da aplicação (MATTHEWS, 1999).

O tamanho e a velocidade da gota podem afetar os depósitos de pulverização e o potencial de deriva da calda (TAYLOR; ANDERSEN; COOPER, 2004). Assim, o tamanho de gotas pode influenciar a eficácia biológica do produto aplicado bem como os riscos ambientais (NUYTTENS *et al.*, 2007).

Matuo (1990) observou que fatores como a temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e pressão influenciam na trajetória da gota em direção ao alvo. Em condições em que a temperatura é elevada, a ocorrência de evaporação das gotas torna-se um fator problemático, que se agrava em dias muito secos devido à baixa umidade relativa do ar (FAGGION, 2002).

Nessa situação as gotas pequenas e médias não conseguem atingir o alvo, deixando o ingrediente ativo disperso no ar como partícula flutuante, sendo arrastado a regiões distantes. Existem condições climáticas consideradas ideais para que se tenha uma pulverização adequada, tais como: umidade relativa do ar mínima de 50%; velocidade do vento de 3 a 10 km h⁻¹ e temperatura abaixo de 30°C (ANTUNIASSI, 2005).

As condições climáticas são difíceis de serem controladas no campo ou até mesmo em experimentos com condições controladas como, por exemplo, em túnel de vento (DONKERSLEY; NUYTENS, 2011). Dessa forma aconselha-se que as pulverizações de produtos fitossanitários sejam realizadas nas horas mais frescas do dia, a fim de evitar a evaporação do produto aplicado (DI OLIVEIRA, 2008).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de aplicação em quatro horários do dia e dois modelos de pontas de pulverização.

MATERIAL E MÉTODO

Local e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no Cantão do Bosque do Centro Universitário da Grande Dourados (Latitude 22°12'S, Longitude 54°49'W e 452 m de altitude) situado no município de Dourados-MS.

Delineamento, equipamentos e insumos

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro horários de aplicação (13:00 h, 14:00 h, 15:00 h e 17:00 h) e duas pontas de pulverização - leque simples (JSF-110.02) e leque duplo (JTT-110.02), com quatro repetições. Para este ensaio utilizou-se um trator Massey Ferguson 290, potência de 71 cv, 540 rpm na Tomada de potência (TDP), e um pulverizador (Modelo PJ 401 Jacto), dotado de uma barra de 12 metros, com pontas espaçadas a 50 cm, pressão na barra regulada a 120 kPa, velocidade média de deslocamento de 6 km h⁻¹ e volume de aplicação de 100 L ha⁻¹. Foram realizadas aplicações somente com água, sem adição de produto fitossanitário e/ou adjuvante.

Condições climáticas e avaliações dos parâmetros de tecnologia de aplicação

As condições meteorológicas foram monitoradas com termohigrômetro digital medindo-se velocidade do ar, temperatura, umidade relativa e vazão (Tabela 1), durante as aplicações, momento em que papéis hidrossensíveis Syngenta 26x76 mm foram utilizados, que ao entrarem em contato com as gotas passaram a apresentar coloração azul, destacando-se na coloração amarela do papel.

Tabela 1. Dados meteorológicos adquiridos por termohigrômetro digital durante as aplicações em Dourados- MS, 2019 em função dos respectivos horários de aplicação.

Horário (h)	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)
	Máxima	Mínima	
13:00	23,2	22,7	71
14:00	23,4	23,3	69
15:00	24,8	24,1	64
17:00	20	19,5	82

Após as aplicações, os papéis foram armazenados para que não absorvesse umidade e interferisse nos resultados, e digitalizados com resolução de 300 dpi, sendo posteriormente avaliados no programa DropScan Syngenta (THIESEN; MOREIRA, 2017) a partir do qual foram determinados o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a porcentagem de cobertura (%), a densidade de gotas e o coeficiente de dispersão, sendo os dados destes parâmetros posteriormente tabulados para realização da análise estatística.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância utilizando-se o software estatístico Sisvar, versão 5.6.

RESULTADO E DISCUSSÃO

De forma geral, todas as taxas de temperatura e umidade obtidas durante os horários, estão em condições apropriadas para aplicação. Segundo Andef (2004), o ideal para a aplicação seria umidade relativa acima de 55% e temperatura igual ou inferior 30°C, pois a temperatura e umidade exercem grande influência sobre a duração de vida da gota gerada pelo sistema de pulverização, comprometendo a aplicação.

Na Tabela 2 está apresentado os valores de Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV) dos horários de aplicação e pontas de pulverização. DMV é um valor expresso em micrômetros, que representa o diâmetro da gota tal que metade do volume pulverizado são gotas de maior diâmetro e a outra metade, gotas de menor diâmetro (SANTOS, 2005).

A interação entre pontas e horários não foi significativa para o DMV, enquanto para este parâmetro observou-se diferença significativa entre as pontas de pulverização, sendo que a ponta Leque Duplo (JTT-110.02) proporcionou maior DMV do que a ponta de Leque Simples (JSF-110.02). Ainda, percebe-se no horário das 17:00 h maior média para o DMV, em relação aos demais horários (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação das médias do DMV – 0,5 (μm) em função dos horários e pontas.

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	477,00	482,25	479,62B
14	487,75	544,75	516,25B
15	454,00	495,25	474,62B
17	645,50	635,25	640,37A
Médias Pontas	516,06b	539,37a	-
CV%	6,17	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

O tamanho das gotas varia de acordo com o DMV, abaixo de 100 μm pode-se classificar como gotas muito finas, entre 101 e 200 μm , gotas finas, entre 201 e 300 μm , gotas médias, entre 301 e 425 μm gotas grossas e maior que 425 μm , muito grossas. Sendo assim, a ponta leque simples (JSF-110.02) e leque duplo (JTT-110.02) se classificaram nos parâmetros de gotas muito grossas.

A variação entre os diâmetros das gotas de uma pulverização é denominada de espectro de gotas (EG). Se, numa determinada pulverização, as gotas apresentarem pequena diferença no diâmetro das gotas a pulverização apresentará um espectro de gotas homogêneo. Do contrário, se a variação entre os diâmetros das gotas for alta, a pulverização terá um espectro de gotas heterogêneo (DRESCHER, 2012). Na Tabela 3 foi avaliada a amplitude relativa, sendo a interação entre pontas e horários não significativa, porém com efeito isolado dos fatores horários de aplicação e pontas significativos. Ressalta-se que para amplitude relativa quanto mais próximo de zero, mais homogênea é a aplicação.

Houve diferença das pontas de pulverização, em que a ponta Leque Duplo (JTT-110.02) proporcionou maior amplitude relativa, em relação à ponta Leque Simples (JSF-110.02), resultando em maior homogeneidade e tamanho de gotas. É esperado que, em geral, sob condições favoráveis, pontas que produzam gotas de menor tamanho promovam melhor cobertura do alvo (CUNHA; REIS; SANTOS, 2006).

Tabela 3. Médias de amplitude relativa para as pontas de pulverização em diferentes horários de aplicação.

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	0,770	0,920	0,845B
14	0,820	0,927	0,873B
15	0,832	0,967	0,903B
17	0,870	0,975	0,918A
Médias Pontas	0,823b	0,947a	-
CV%	8,19	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Estes resultados estão em concordância com Santos (2005) ao ressaltar que as gotas finas e leves depositam-se melhor e mais facilmente nos alvos de deposição estreitas, penetram melhor no dossel da cultura, e gotas grossas ou mais pesadas depositam-se melhor em áreas mais largas (posicionadas mais horizontalmente), tendo assim facilidade de deposição na parte externa das plantas e grande dificuldade de penetração dentro das culturas. Para o fator horário de aplicação, a ponta leque simples e leque duplo, apresentaram diferenças, proporcionando menores amplitude para a aplicação às 13:00, 14:00 e 15:00 h, em relação àquela feita às 17:00 h.

Na Tabela 4 estão as apresentadas as médias de porcentagem da área coberta, não sendo verificado interação significativa entre pontas e horários, porém o efeito isolado de horários de aplicação e pontas foram significativos. A ponta de leque simples (JSF-110.02) proporcionou maior deposição de gotas em relação à ponta de leque duplo (JTT-110.02). O que corrobora com resultados obtidos por Cunha *et al.* (2008) em aplicações com diferentes pontas de pulverização em estádio V7 da soja ao observarem melhor cobertura e densidade de gotas quando foi utilizada a ponta de leque.

Tabela 4. Porcentagem de área coberta.

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	44,250	33,500	36,500B
14	46,500	45,000	33,875B
15	40,250	32,750	45,750B
17	65,750	52,000	58,875A
Médias Pontas	49,1875a	40,3125b	-
CV%	10,48	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Levando em consideração os horários de aplicação pode-se observar uma diferença entre valores, mesmo sem diferir estatisticamente, os horários das 13:00 e 14:00 h apresentaram menores médias de cobertura possivelmente devido a perdas por evaporação, pois apresentaram menor DMV e um coeficiente de homogeneidade próximo de zero, isso pode ter ocorrido devido às condições meteorológicas durante a aplicação, umidade relativa de 70% e temperatura entre 24°C e 25°C. Por outro lado, nos horários de 15:00 e 17:00 h, devido às melhores condições climáticas às aplicações, as médias de cobertura foram maiores.

Ressalta-se que o parâmetro amplitude relativa representa uma medida que expressa a uniformidade de uma aplicação ou o espectro de variação das gotas. Quanto mais heterogênea for a pulverização, maior a variação no espectro, tanto mais distantes estarão DMV e o DMN – maior coeficiente de dispersão. Ao contrário, se uma pulverização possuir todas as gotas do mesmo tamanho ou valor do DMV e DMN serão iguais, assim o coeficiente seria igual a 1 (DRESCHER, 2012).

Teoricamente, quanto menor o tamanho de gota produzida maior é o percentual de cobertura sobre o alvo, em função do maior número de gotas geradas, porém, também é maior o risco de evaporação e deriva para fora do alvo (ANTUNIASSI *et al.*, 2004; TEIXEIRA, 1997).

Quanto ao coeficiente de dispersão (Tabela 5), observou-se que a interação entre pontas e horários não foi significativa, enquanto o efeito isolado destes fatores foi significativo. Houve influência entre as pontas, sendo que a ponta Leque Simples (JSF-110.02) mostrou-se mais eficiente em relação à ponta Leque Duplo (JTT-110.02). Nos horários das 13:00 e 15:00 h houve menor média para o parâmetro avaliado, porém sem se diferenciar estatisticamente do horário das 14:00 h. Em contrapartida, quando a aplicação foi realizada às 17:00 h houve um aumento significativo.

Tabela 5. Análise do coeficiente de dispersão.

Horário h	Leque Simples JSF-110.02	Leque Duplo JTT-110.02	Médias Horários
13	1,70	1,88	1,79B
14	1,77	2,29	2,03B
15	1,82	2,14	1,98B
17	2,21	4,26	3,23A
Médias Pontas	1,87b	2,64a	-
CV%	56,87	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Densidade de gotas é a quantidade de gotas por unidade de superfície. A densidade de gotas é considerada alta quando resultar numa quantidade maior do que vinte gotas por

centímetro quadrado, ou baixa, quando a quantidade for menor do que 20 gotas por centímetros quadrado (DRESCHER, 2012).

Para a densidade de gotas em função dos horários de aplicação não se verificou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). Houve influência das pontas de pulverização para a densidade de gotas, sendo a maior média obtida quando foi utilizada a ponta leque simples. É esperado que, em geral, sob condições favoráveis, pontas que produzam gotas de menor tamanho promovam melhor cobertura do alvo (CUNHA; REIS; SANTOS, 2006).

Tabela 6. Densidade de gotas (Número de gotas cm^{-2}) em função das pontas e horário de aplicação.

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias Horários
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	106,75	88,25	97,50B
14	114,00	110,75	112,37A
15	114,75	93,00	103,87B
17	102,75	112,75	107,75B
Médias Pontas	109,56a	101,18b	
CV%	12,46		

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Houve menor densidade de gotas no horário das 13:00 h, nos demais horários houve aumento desse parâmetro (Tabela 6). As gotas mais finas, apesar de maior penetração no dossel da cultura, estão mais sujeitas a perdas por evaporação (SANTOS, 2005), fato este que explicaria o menor número de gotas detectado na aplicação às 13:00 h, em relação à aplicação às 17:00 h.

Estes dados corroboram com o descrito por Souza *et al.* (2007) ao relatarem que as folhas localizadas no terço inferior das plantas representam o alvo mais difícil de atingir em pulverizações. A sobreposição das folhas existentes no caminho das gotas e também a maior distância percorrida, além da maior possibilidade de perda por evaporação ou deriva das gotas menores, em condições ambientais adversas, implicam menor número de gotas chegando ao alvo e irregularidade no volume depositado.

O diâmetro mediano numérico (DMN) é o tamanho da gota dentro do espectro de pulverização que divide as gotas totais em duas quantidades iguais de gotas. Assim, metade do número de gotas tem diâmetro superior ao DMN e metade tem diâmetro inferior ao DMN (DRESCHER, 2012). Para este parâmetro não houve interação significativa entre pontas e horários, enquanto o efeito isolado de horários de aplicação e pontas foram significativos (Tabela 7).

Quando foi usada a ponta leque simples resultou em maior DMV em relação à ponta leque duplo, enquanto ao analisar o horário de aplicação, nota-se que a aplicação feita às 15:00 h apresentou menor média do que os demais horários (Tabela 7).

Tabela 7. Distribuição de número de gotas em função do Diâmetro da Mediana Numérica (DMN), em horários e pontas.

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias Horários
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	279,75	257,00	268,37A
14	274,25	237,75	256,00B
15	249,75	232,50	241,12B
17	299,00	203,25	251,12B
Médias Pontas	275,68b	232,62a	-
CV%	16,12	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Na Tabela 8, são apresentados os resultados das médias em função do Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV). O DMV é o tamanho da gota, dentro do espectro de pulverização, que divide o volume aplicado em duas partes iguais, ou seja, uma metade do volume pulverizado com gotas menores que o DMV e outra metade do volume com gotas maiores que o DMV, enquanto o DMV 0.9 fica responsável por acumular 90% do volume aplicado (DRESCHER, 2012).

Os valores adimensionais representaram os resultados da análise de variância do DMV (Tabela 8), desse modo, notou-se que não houve variação significativa entre os tratamentos. A ponta leque duplo proporcionou maior DMV quando comparada à leque simples, e para o fator horário, a aplicação realizada às 17:00 h resultou gotas com maior DMV. Para todos os parâmetros avaliados, as gotas foram classificadas como extremamente grossas (ANDAF, 2004).

Tabela 8. Diâmetro da mediana volumétrica – 0,9 (μm).

Horário	Leque Simples	Leque Duplo	Médias Horários
h	JSF-110.02	JTT-110.02	
13	662,25	728,25	695,250B
14	707,50	838,25	772,875B
15	653,00	740,75	696,875B
17	961,50	971,50	966,500A
Médias Pontas	746,0625b	819,6875a	-
CV%	7,55	-	-

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não se diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Os melhores resultados para Diâmetro da Mediana Volumétrica, amplitude relativa, coeficiente de dispersão, porcentagem de área coberta e Diâmetro da Mediana Numérico ocorrem quando a aplicação é realizada às 17:00 h.

Nas condições em que foi realizado este trabalho, a utilização da ponta Leque Duplo (JTTT 110.02) proporciona melhores resultados para a amplitude relativa, o coeficiente de dispersão e o Diâmetro da Mediana Volumétrica, enquanto quando utilizada a ponta leque simples (JSF-110.02) há melhores resultados para a porcentagem de área coberta, a amplitude relativa e o Diâmetro da Mediana Numérica.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário da Grande Dourados pelo apoio e pela estrutura disponibilizada à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF). **Manual de Tecnologia de Aplicação**. Campinas. São Paulo: Línea Creativa, 2004.
- CHRISTOFOLETTI, J.C. **Bicos de Pulverização: seleção e uso**. Diadema: Spraying Systems do Brasil, 1997.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador . **Anais eletrônicos...** Bahia: Embrapa Algodão, 2005. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em: 25 out. 2019.
- CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C.; SILVA JÚNIOR, J.L.; ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.2, p.283-291, 2008.
- CUNHA, J.P.A.R.; REIS, E.F.; SANTOS, R.O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de pontas de pulverização e de volumes de calda. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1360-1366, 2006.
- CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1069-1074, 2005.
- DI OLIVEIRA, J.R.G. **Cobertura da cultura da soja e deposição de inseticida aplicado com e sem adjuvante e diferentes equipamentos e volumes de calda**. Jaboticabal, 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91347?locale-attribute=es>>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- DRESCHER, M. Teoria da Gota. **Piloto Agrícola: Manual Teórico**. São Paulo: Bianchi, 2012.

FAGGION, F. **Desenvolvimento de métodos para estimar a quantidade de ar incluído as gotas por pontas de pulverização com indução de ar.** Botucatu, 2002. 81f. Tese (Doutorado em energia da Agricultura) - Faculdade de ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101838>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MATTHEWS, G.A. **Application of pesticide to crops.** London: Imperial College Press, 1999.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: Funep, 1990.
NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; De SCHAMPHELEIRE, M.; SONCK, B. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, v.97, n.3, p.333-345, 2007.

SANTOS, J.M.F. **Mini Curso: Tecnologia de Aplicação de Pesticidas (Terrestre e Aérea) Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas.** São Paulo: São Paulo, 2005.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G.; COOPER, S. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS, 3., 1989, Brighton. **Proceedings...** Farnham: British Crop Protection Council, 1989.

THIESEN, R.; MOREIRA, E.C.R. Eficiência no uso de adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura de milho segunda safra. **Revista Cultivando o Saber**, Edição especial, p.144-145, 2017.