



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JULIANO LUIZ SCHNEIDER

**COBERTURA PORCENTUAL OBTIDA PELO USO DE  
DIFERENTES PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO,  
VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM ALARANJADA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR**

Londrina  
2011

JULIANO LUIZ SCHNEIDER

**COBERTURA PORCENTUAL OBTIDA PELO USO DE  
DIFERENTES PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO,  
VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM ALARANJADA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab

Londrina  
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

S358c Schneider, Juliano Luiz.

Cobertura porcentual obtida pelo uso de diferentes pontas e taxas de aplicação, visando o controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar / Juliano Luiz Schneider. – Londrina, 2011.  
41 f. : il.

Orientador: Otávio Jorge Grigoli Abi Saab.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2011.  
Inclui bibliografia.

1.Puccinia – Teses. 2. Cana-de-açúcar – Doenças e pragas – Controle – Teses. 3. Pulverização – Teses. 4. Fungicidas – Teses. I. Saab, Otávio Jorge Grigoli Abi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título. `

CDU 633.61

JULIANO LUIZ SCHNEIDER

**COBERTURA PORCENTUAL OBTIDA PELO USO DE DIFERENTES  
PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO, VISANDO O CONTROLE DA  
FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo Ralisch.  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Balan.  
Faculdade Integrado de Campo Mourão

---

Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 28 de fevereiro de 2011.

*“A minha mãe, Marina Ozawa Schneider, que ao mesmo tempo tão longe, estava tão perto, tão presente em minha vida, amando-me, incentivando-me nos momentos difíceis, não poupando esforços para a realização dos meus sonhos, sempre acreditando nos meus propósitos e no caminho percorrido. Agradeço todos os dias, no pé de minha cama, a educação e formação íntegra que me destes, até mesmo as chineladas proferidas, que por sinal foram com um único objetivo: a gênese de um cidadão. Obrigado por estar ao meu lado, amo-te demais!*

*A minha irmã-solo, que solo bem desenhado, irmã que me completa em todos os sentidos, que mesmo longe do leito materno me fez sentir seguro. Saímos de nossa terra natal com vários planos, planos bem traçados e arquitetados, regados a Altas Horas, vários programas do Jô, etc. O abajur ligado, imerso na madrugada, era rotina. Com o objetivo bem claro: correr atrás dos nossos sonhos. Essa minha irmã é singular, com uma força interna que nunca vi igual, como dizem por ai: essa menina é arretada! Fabiana Keylla Schneider, nome forte, comparável aos pioneiros de nossa terra natal, mas ao mesmo tempo refinada, fã de uma Tarsila do Amaral e de um tal de Louvre. Mulher companheira, com uma capacidade impressionante de me fazer chorar, de me orgulhar! Amo-te, menina. Isso mesmo, para o irmão, a caçula sempre será menina! Obrigado por existir e estar sempre ao meu lado.*

*Sérgio Luiz Schneider, in memoriam, meu pai, um homem forte e íntegro, que sempre fez questão de nos ensinar os valores, e que uma boa educação é a base de tudo. Esse pai não mediu esforços para viabilizar os meus sonhos, sempre presente, sempre sorridente, sempre visionário, com uma vontade de empreender fantástica. Tenho certeza que ele está lá em cima, junto com os anjos, muito feliz com os frutos que plantou e, ao mesmo tempo, ajudando a me guiar por esses caminhos da vida. Pai, você é o cara, amo-te, parceiro.”*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela graça da vida.

À minha família, linda, que amo muito.

Ao Professor Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab, pela orientação, companheirismo singular, pelas lições e sugestões que contribuíram para a realização deste trabalho.

À Weda Aparecida Westin, secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela paciência e amizade.

Ao meu pai Sérgio Luiz Schneider, minha mãe Marina Ozawa Schneider, a minha irmã Fabiana Keylla Schneider e a Yara Machado Grosso, pelo apoio singular.

À Usina Bandeirante de Açúcar e Álcool, USIBAN, que me disponibilizou a área agrícola e equipamentos necessários para a realização deste estudo.

Aos meus amigos e parceiros da Pós-graduação: Paulo Vicente Contador Zaccheu, Alexandre Ballarotti Nascimento, Gustavo Migliorini de Oliveira, Leandro Riyuiti Higashibara, Vagner Amado Belo de Oliveira e aos demais não mencionados.

Aos Professores e Funcionários do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina.

À Yara Machado Grosso pelo apoio, carinho e paciência.

À todos os amigos e parceiros que conquistei ao longo desta etapa.

E aos que, de uma alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

**“SOFREMOS DEMASIADO PELO POUCO QUE NOS FALTA E ALEGRAMO-  
NOS POUCO PELO MUITO QUE TEMOS...” WILLIAM SHAKESPEARE**

**“SE MINHA TEORIA DA RELATIVIDADE ESTIVER CORRETA, A ALEMANHA  
DIRÁ QUE SOU ALEMÃO E A FRANÇA ME DECLARARÁ UM CIDADÃO DO  
MUNDO. MAS, SE NÃO ESTIVER, A FRANÇA DIRÁ QUE SOU ALEMÃO E OS  
ALEMÃES DIRÃO QUE SOU JUDEU”. ALBERT EINSTEIN**

SCHNEIDER, Juliano Luiz. **Cobertura porcentual obtida pelo uso de diferentes pontas e taxas de aplicação, visando o controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar.** 2011. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

A aplicação terrestre de defensivos agrícolas é muito utilizada pelo setor sucroalcooleiro para o controle de plantas daninhas, tecnologia esta carente de adaptações para a aplicação de fungicidas visando o controle da ferrugem alaranjada. Desta forma, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade da deposição da calda em pulverização terrestre, conduzido em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (duas pontas de pulverização, duas taxas de aplicação e duas posições dos papéis hidrossensíveis no dossel da planta), seis repetições, com dez papéis cada. Foram utilizadas as pontas de pulverização XR110.02 (jato plano de uso ampliado) e TTJ60 – 110.02 (jato plano duplo, com ângulo de 60 graus entre si). As vazões utilizadas foram 0,6 e 0,8 L.min<sup>-1</sup>, com 193 e 310 kPa de pressão trabalho, determinando taxas de aplicação de 120 e 160 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os papéis hidrossensíveis (26 X 76 mm), utilizados para avaliar a deposição das pulverizações, foram distribuídos sobre a face adaxial das folhas de cana-de-açúcar em duas posições distintas (0,8 e 0,5 metros do solo). Um scanner foi utilizado para digitalizar as imagens dos papéis hidrossensíveis e, posteriormente, avaliadas as coberturas através do programa Conta-Gotas<sup>®</sup>. Os dados de cobertura foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Observou-se no dossel superior da cana-de-açúcar uma cobertura maior quando comparado ao inferior, sendo que entre as taxas de aplicação, 120 e 160 L.ha<sup>-1</sup>, não observou-se diferenças. Mas a 160 L.ha<sup>-1</sup>, a ponta TTJ60-110.02 foi superior, quando comparada à ponta XR 110.02

**Palavras-chave:** *Puccinia kuehnii* Butler. Controle químico. Pontas de pulverização. Volumes de pulverização. Papéis hidrossensíveis.



SCHNEIDER, Juliano Luiz. **Porcentual covering gotten by the use of different nozzles and rates of application, aiming at the control of the orange rust of the sugarcane.** 2011. 41 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

### ABSTRACT

The terrestrial application of agricultural defensives is very used by the sugar-alcohol producer sector for the control of weed plants. This technology is devoid of adaptations for the fungicides application, aiming the control of the orange rust. In such a way, the present study was developed with the objective of evaluate the quality of the deposition in terrestrial spraying, lead in factorial project 2 x 2 x 2 (two nozzles of spraying, two rates of application and two positions of the water-sensitive papers in the canopy of plant), six repetitions, with ten papers each. It has been used the nozzles of spraying XR110.02 (plain jet of extended range) and TTJ60 - 110,02 (double plain jet, with angle of 60 degrees between itself). The outflows used were 0,6 and 0,8 L.min<sup>-1</sup>, with 193 and 310 kPa of pressure, determining respectively rates of application of 120 and 160 L.ha<sup>-1</sup>. The water-sensitive papers (76 X 26 mm), used to evaluate the deposition of the sprayings, had been distributed on the adaxial face of leaves of sugar cane in two distinct heights (0,8 and 0,5 meters). A scanner was used to generate the digital images of the water-sensitive papers and evaluated the coverings through the Conta-Gotas® program. The deposition data/covering had been submitted to the variance analysis and the averages compared for the Tukey test 5% of significance. It was observed in the superior canopy of the sugarcane a bigger covering when compared with the inferior, being but that between the application rates, 120 and 160 L.ha<sup>-1</sup>, did not observe differences. But the 160 L.ha<sup>-1</sup>, the nozzle TTJ60-110.02 was superior, when compared with the nozzle XR 110.02.

**Keywords:** *Puccinia kuehnii* Butler. Chemical control. Spray nozzle. Spray volume. Water sensitive papers,

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Pontas de pulverização, pressões de trabalho, taxas de aplicação e tamanho de gota .....	32
<b>Tabela 2</b> – Porcentagem de cobertura nos papéis hidrossensíveis para as diferentes posições (0,8 e 0,5 metro).....	33
<b>Tabela 3</b> – Porcentagem de cobertura nos papéis hidrossensíveis e interação pontas de pulverização x taxas de aplicação, respectivamente.....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
2.1	A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	12
2.2	FERRUGEM ALARANJADA ( <i>Puccinia kuehnii</i> Butler) .....	13
2.3	CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ALARANJADA.....	14
2.4	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	15
2.4.1	Espectro de Gotas.....	17
2.4.2	Taxa de Pulverização .....	18
2.4.3	Pontas de Pulverização .....	19
2.4.4	Papéis Hidrossensíveis .....	21
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23
<b>3</b>	<b>ARTIGO: APLICAÇÃO TERRESTRE VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM ALARANJADA EM CANA-DE-AÇÚCAR</b> .....	27
3.1	INTRODUÇÃO.....	28
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	31
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.4	CONCLUSÕES .....	38
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é privilegiado quanto a produção de cana-de-açúcar, matéria prima esta, disponível o ano inteiro. Na região sudeste a colheita ocorre de maio a outubro, já na região nordeste de dezembro a maio.

Atualmente, o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo é o Brasil. Liderança conquistada não somente pelas suas condições edafoclimáticas mas, também, por uma base sólida de desenvolvimento tecnológico da sua própria indústria de biocombustíveis. A cana-de-açúcar é o principal tipo de biomassa energética produzida no país.

Para viabilizar a produção agrícola da cana-de-açúcar vários são os fatores condicionantes e limitantes, dentre eles as doenças, que apareciam como coadjuvantes nesse contexto.

A ferrugem é a doença mais importante na cultura da cana-de-açúcar, podendo causar severos danos econômicos. Nos canaviais brasileiros a ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala* Syd. et P. Syd) é bem conhecida, mas uma outra ferrugem, a alaranjada (*Puccinia kuehnii* Butler), que inicialmente estava restrita aos países asiáticos, vem provocando severos danos à cultura na Austrália, Estados Unidos e países da América Central.

Se a ferrugem alaranjada repetir a história da marrom na década de 80, logo estará dissiminada em nossos canaviais. Esse fato é preocupante, visto a alta suscetibilidade da variedade RB 72454, dentre outras, que apresenta grande área de cultivo no Brasil, assim como seu parentesco com outras importantes variedades utilizadas.

O controle varietal é sem dúvida o método mais econômico e eficiente contra a ferrugem alaranjada na cana-de-açúcar, mas para se chegar a variedades resistentes a esta doença e que estejam aptas a substituir as já implantadas e adaptadas, o processo não é rápido.

Nesse meio tempo, faz-se necessário estudos sobre o controle químico nessas áreas de cana-de-açúcar, visando minimizar possíveis prejuízos provocados por esse patógeno.

O controle químico é realizado com fungicidas, principalmente triazóis, amplamente utilizados em outras culturas, mas que precisam ser adequados

à realidade da cana-de-açúcar, onde até então eram inexpressivos, quando comparados aos outros produtos fitossanitários.

Visto a grande extensão da área implantada de cana-de-açúcar, e visando um aproveitamento dos equipamentos predominantes nas unidades, a aplicação terrestre de fungicidas é uma ferramenta para o controle da ferrugem alaranjada. A aplicação terrestre é utilizada pelo setor sucroalcooleiro para o controle de plantas daninhas, tecnologia esta carente de adaptações para a aplicação de fungicidas.

Paralelo ao controle com fungicidas existem problemas a serem minimizados. O principal deles é a deriva, agente limitante de uma aplicação segura e de qualidade, impactando diretamente na eficiência do fungicida.

Volumes maiores de pulverização, a princípio, promovem maior deposição da calda sobre o alvo. Atualmente existe a tendência em diminuir o volume aplicado, visando a diminuição dos custos operacionais na aplicação, aumentando a autonomia e capacidade operacional das pulverizações. Se essa diminuição do volume de aplicação for viabilizada com o emprego de gotas menores, até certo ponto, é preocupante, uma vez que pode aumentar o risco de deriva, e uma deposição ineficiente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é originária do norte da Índia, e o cultivo no Brasil iniciou-se na capitania de São Vicente em 1522, por meio de mudas trazidas da Ilha da Madeira por Martin Afonso de Souza (BASTOS, 1987).

Em 2009, a produção nacional de cana-de-açúcar atingiu 689.895.024 toneladas, 6,0% inferior a estimativa para a safra 2010 de 731.117.377. Este crescimento, deve-se principalmente, ao aumento de 6,8% na área a ser colhida. A expansão dos canaviais intensificou-se, nos últimos seis anos, com o objetivo de oferecer uma alternativa ao petróleo que atingiu altos preços até 2008 (IBGE, 2010).

A cana-de-açúcar é considerada espécie tropical semiperene, exigente em condições edafo-climáticas e nutricionais para seu desenvolvimento vegetativo, muito exigente em potássio, o qual influencia diretamente no teor de sacarose (CORSINI; MALHEIROS; SACCHI, 1986). Normalmente é propagada assexuadamente através de toletes com duas ou três gemas, a partir dos quais desenvolvem-se os colmos secundários, terciários e assim sucessivamente, processo denominado perfilhamento, originando a touceira (BACCHI, 1983).

Pertence à família botânica Poaceae, da classe Liliopsida e da ordem Ciperales, a qual se caracteriza por apresentar flores pequenas, praticamente destituídas de perianto e protegidas por brácteas e bractéolas secas, reunidas em típicas inflorescências. As folhas são simples, alternas, estreito-lanceoladas de ápice longamente acuminado, com os bordos serrados por pelos simples. A planta é ereta, perene, rizomatosa, formando touceiras, que podem ser classificados em “densa”, “média” ou “frouxa” em função da arquitetura e perfilhamento (ARANHA; YAHN, 1987).

O surgimento de várias doenças, e de uma tecnologia mais avançada exigiu a criação de novas variedades, as quais inicialmente foram obtidas pelo cruzamento da *S. officinarum* com as outras quatro espécies do gênero

Saccharum e, posteriormente, através de re-cruzamentos com as ascendentes (JUNHO; SANCHEZ, 1997).

## 2.2 FERRUGEM ALARANJADA (*Puccinia kuehnii* BUTLER)

Dentre os fatores que limitam a produtividade da cultura, estão as doenças. No Brasil, foram relatadas 40 entre todas as 177 doenças (provocadas por fungos, bactérias, vírus e micoplasma) relacionadas em cana-de-açúcar em todo o mundo (SANGUINO, 1998).

A ferrugem e o carvão são as principais doenças que afetam o setor canavieiro na região centro-sul do Brasil. Outras doenças também foram registradas provocando prejuízos em outras épocas, ou mesmo em outras regiões do país como a Podridão Abacaxi (*Ceratocystis paradoxa*), Mancha amarela (*Mycovellosiella koepkei*), a Mancha ocular (*Bipolaris sacchari*), a Podridão vermelha (*Glomerella tucumanensis*), a Podridão de Fusarium e Pokkah-Boeng (*Fusarium moniliforme* e *F. subglutinans*), as Podridões de raízes (Complexos de *Pythium*) e a Podridão de Marasmius (*Marasmius sacchari*) (TOKESHI, 1997).

Atualmente, duas espécies de fungos são conhecidas como agentes causais de ferrugens em cana-de-açúcar. *Puccinia melanocephala* Syd. et P. Syd. e *Puccinia kuehnii* Butler. A espécie *P. melanocephala* é o agente causador da ferrugem marrom que apresenta grande área de dispersão no mundo (Índia, China, Indonésia, África, Austrália, América do Norte e América do Sul) (BRASIL, 2008).

A espécie *P. kuehnni* é o patógeno causador da ferrugem alaranjada que apresentava distribuição mais limitada (Indonésia, Austrália, Índia e China) e menor importância econômica por ocorrer esporadicamente e por nunca ter atingido proporções epifíticas. Entretanto, ao final da década de 90 alastrou-se pelos canaviais da Austrália atingindo a variedade Q124, que representava 45% da área plantada naquele país, diminuindo sua produtividade e causando sérios prejuízos ao setor açucareiro australiano, estimados em 24% da produção de toneladas de açúcar/hectare (BRASIL, 2008).

A ferrugem alaranjada, causou perdas significativas do rendimento de até 40% na variedade altamente suscetível Q124 nos últimos três anos,

principalmente no sul de Queensland – Austrália (STAIER; MAGAREY; FINLAYSON, 2004).

Em julho de 2007, foi confirmada a primeira detecção da ferrugem alaranjada no hemisfério ocidental, em canaviais no estado da Flórida, Estados Unidos. Em setembro de 2007, a ferrugem alaranjada foi relatada na Guatemala ocorrendo principalmente sobre a variedade CP 72-2086, e, semanas depois, na Nicarágua, afetando consideravelmente a indústria sucroalcooleira destes países (BRASIL, 2008).

A chegada dessa nova praga ao território brasileiro era apenas uma questão de tempo, uma vez que a dispersão das ferrugens por curtas, médias ou longas distâncias ocorre, principalmente, por correntes de ventos (BRASIL, 2008).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) notificou recentemente a primeira ocorrência na América do Sul da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar no Brasil, em Araraquara. O Departamento de Sanidade Vegetal da Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA (SDA/DSV) foi informado por pesquisadores sobre a presença da doença em uma propriedade do município em dezembro/2009, mas o diagnóstico só foi oficializado no dia 5 de janeiro de 2010 (SCORALERT, 2010a).

Pesquisas recentes comprovam que a incidência da doença na variedade brasileira SP 79-2233 é de 40% e de 15% na CP 72-2086, a mais cultivada em 60% da área do país (JORNALCANA, 2008).

A variedade RB72454, uma das mais cultivadas no Brasil e também utilizadas como progenitora de várias outras variedades comerciais, foi considerada suscetível na Austrália, o que é motivo de maior preocupação ainda. Se considerarmos uma perda de 10% no Brasil, isso pode corresponder a aproximadamente R\$ 2 bilhões a cada ano (SCORALERT, 2010b).

### 2.3 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ALARANJADA

Os produtos fitossanitários têm sido usados por mais de quarenta anos devido a sua eficácia em controlar uma grande variedade de pragas, doenças e plantas daninhas que infestam as lavouras. Sem o uso de produtos fitossanitários,



a produção e a qualidade dos alimentos seriam drasticamente afetados, além dos riscos de gerar a falta de alimentos e de promover alta nos preços (ANDEF, 2009).

Em estudos realizados por Magarey, Staier e Willcox (2002), na Austrália, o fungicida Bumper (propiconazole) foi o tratamento menos eficiente, por sua vez o fungicida Alto (cyproconazole) foi o mais ativo no controle da *Puccinia kuehnii* Butler. Os tratamentos mais econômicos foram combinações de Dithane (mancozeb) e de Folicur (tebuconazole).

O fungicida Alto (Cyproconazole) foi utilizado, pois mostrou ser o mais efetivo fungicida para controlar a doença nas avaliações feitas na Austrália (STAIER; MAGAREY; WILLCOX, 2003).

Avaliações realizadas na Guatemala mostraram uma excelente eficiência usando o fungicida Alto (Cyproconazole) no controle da Ferrugem Alaranjada, mas este não controlou a infecção de Ferrugem Marrom causada pela *Puccinia melanocephala* (OVALLE et al., 2009).

## 2.4 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A tecnologia de aplicação é definida como ciência multidisciplinar com características técnico-científicas, destinada às pesquisas de equipamentos, processos e obtenção de resultados mais eficientes e econômicos no desenvolvimento e aplicação dos agroquímicos sólidos ou líquidos, com a finalidade de minimizar ao máximo os riscos de contaminação humana e do meio ambiente (SANTOS, 2010).

Dentre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos disponíveis, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em distintas aplicações (TEIXEIRA, 1997).

Himel (1969), afirma que a pulverização de agrotóxicos é o mais ineficiente processo industrial em uso no mundo porque somente de 1 a 3% do produto aplicado chega ao alvo.

O uso da pulverização na agricultura depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da tecnologia desenvolvida para sua aplicação. A pulverização fica, ainda, condicionada ao momento de sua realização e

a influência dos fatores meteorológicos e biológicos. A eficiência da pulverização é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo, densidade, diâmetro e velocidade de gota e pela velocidade e direção do fluxo (BALAN et al., 2005).

Muitas vezes, entretanto, parte do produto aplicado se perde no ambiente, principalmente por deriva. Além do prejuízo resultante da perda de agrotóxico e dos danos que podem ser causados em culturas adjacentes, a deriva assume grande importância devido à conscientização da população em relação à qualidade de água e alimentos e a outras questões ambientais (LUNKES, 1996).

O desvio da trajetória que impede que as gotas produzidas atinjam o alvo está relacionado, principalmente, ao tamanho de gotas e à velocidade do vento (SILVA, 1999). Ventos superiores a  $10 \text{ km.h}^{-1}$  são altamente problemáticos à aplicação de defensivos porque favorecem o desvio da trajetória das partículas pulverizadas (MATTHEWS; THORNHILL, 1994).

Para que o produto fitossanitário exerça sua ação sobre determinado organismo, torna-se necessário que o alvo seja atingido (MATUO, 1998). Durante a pulverização, qualquer quantidade de produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo, não terá eficácia e será representado como forma de perda. Portanto, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental, de acordo com as condições meteorológicas no momento da aplicação (CUNHA et al., 2003).

Outro fator que pode influenciar na deposição das gotas de pulverização é a angulação do alvo. Segundo Spillman (1984), plantas planófilas, ou seja, espécies que possuem folhas aproximadamente paralelas à superfície do solo e com pequeno ângulo foliar, retêm maior quantidade de gotas pulverizadas. Já as plantas erectófilas, as quais possuem grandes ângulos foliares, como as gramíneas, às vezes apresentam menor interceptação e retenção da calda pulverizada.

A arquitetura de folhas pode influenciar a quantidade dos depósitos de calda pulverizada sobre as plantas uma vez que a posição do limbo foliar em relação à direção do jato de pulverização pode favorecer ou mesmo prejudicar o contato entre a gota e a superfície da folha (MARCHI et al., 2005). Teoricamente, folhas orientadas na posição horizontal são mais eficientes na captura de gotas que aquelas orientadas na posição vertical (SPILLMAN, 1984; WIRTH; STORP; JACOBENSEN, 1991; GERARD et al., 1998; RICHARDSON; NEWTON, 2000).

Nesse contexto, a tecnologia de aplicação de produtos visa colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, sem afetar o ambiente (DURIGAN, 1989).

#### 2.4.1 Espectro de Gotas

Uma ponta de pulverização não produz gotas do mesmo tamanho e sim uma faixa de tamanhos, essa faixa é chamada de espectro da pulverização, ou seja, uma ponta que produz gotas grandes também produz gotas pequenas e vice-versa. Geralmente, para uma determinada ponta, quanto maior a porcentagem de gotas finas produzidas, maior é o risco de deriva (ANTUNIASSI et al., 2004).

Os diâmetros médios das gotas formadas são diferentes nos diversos equipamentos para pulverização, apesar da alta tecnologia empregada. O ideal é que se consiga uma maior homogeneidade no tamanho das gotas, sendo que a ponta de pulverização é o elemento que mais influencia na qualidade do tamanho produzido (BLANCA, 1999).

Sobre tamanho de gota, pode-se afirmar que a técnica de uso de agrotóxicos está em produzir uma pulverização com gotas que sejam suficientemente grandes para não se perderem por evaporação e deriva, mas que sejam pequenas o bastante para produzir uma boa cobertura do alvo. Abi Saab (1996) destaca que gotas menores não necessariamente promoverão melhores coberturas. Isso depende, dentre outros fatores, do efeito do vento e da orientação da ponta.

A pulverização consiste na aplicação de produto com gotas de diâmetro superior a 150 $\mu$ m (SILVEIRA, 2001).

A importância do tamanho das gotas cresce em função do aumento da dificuldade de alcance do alvo (STEDEN, 1992).

O tamanho de gotas é influenciado principalmente pelo tipo de bico utilizado na aplicação. O que se chama genericamente de bico é o conjunto de peças colocado no final do circuito hidráulico, através do qual a calda é emitida para fora da máquina. Esse conjunto é composto de várias partes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, regulando a vazão, o tamanho das gotas e a

forma do jato emitido (CHRISTOFOLETTI, 1999). A eficiência da pulverização de produtos fitossanitários é maximizada quando são utilizadas pontas de pulverização que propiciem distribuição uniforme e espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado (CUNHA et al., 2003).

Segundo Velloso, Cassen e Jacobsen (1984), o espectro de gotas é a classificação por classes de tamanho em percentagem de volume ou de número de gotas, sendo que se deve buscar homogeneidade das gotas. A pulverização também é caracterizada por um número representando o diâmetro mediano das gotas, podendo ser estudado como diâmetro mediano volumétrico - DMV ou diâmetro mediano numérico - DMN. A densidade de gotas é expressa pelo número de gotas por unidade de área (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ), correspondendo à quantidade de produto ativo depositado no alvo.

O DMV é o número que define, por meio do diâmetro das gotas, que 50% do volume pulverizado está representado por gotas maiores do que o número referenciado e que os outros 50% são representados por gotas menores. O DMN é o número que divide igualmente, sem referenciar o volume, as gotas de pulverização em 50% abaixo daquele número e os outros 50% acima. Uma excelente pulverização ocorre quando a relação DMV / DMN se aproxima de 1,0 (AZEVEDO; FREIRE, 2006).

Segundo Antuniassi (2004), os produtos sistêmicos direcionados às folhas poderiam ser aplicados com menor densidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores. Isto facilitaria a adoção de técnicas para a redução de deriva, melhorando a segurança da aplicação e aumentando a eficiência operacional das mesmas.

#### 2.4.2 Taxa de Pulverização

Christofoletti (1999), define volume de aplicação como o volume de calda pulverizada por unidade de área, variando de acordo com o tipo de trabalho executado. Afirma também que este volume está relacionado com o uso adequado do equipamento para se conseguir a cobertura mínima para o controle desejado.

Diretamente relacionado ao alvo, está a definição de parâmetros como volume de aplicação e tamanho de gotas. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação dentre outros fatores. O volume de calda influencia também na eficiência operacional da aplicação, pois o tempo gasto nas atividades de reabastecimento altera significativamente a capacidade operacional dos pulverizadores (número de hectares tratados por hora) (ANTUNIASSI, 2004).

Santos (2007) afirma que o volume de aplicação é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação, sua definição depende do tipo de alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, dentre outros fatores. O volume de aplicação influencia também na capacidade operacional da operação, pois quanto maior o volume de aplicação utilizado maior será o número de paradas para reabastecimento do pulverizador. Em média, o volume de aplicação para aplicações terrestres é  $120 \text{ L ha}^{-1}$ , porém a variação é de 100 a  $300 \text{ L ha}^{-1}$ .

O uso de volume de aplicação baixo gera gotas finas, e isto acarreta alguns fatores como maior risco de deriva prolongada; grande perda por evaporação e baixo ou nenhum controle do alvo desejado. Desta forma, o volume de aplicação ideal é aquele que gera gotas corretas e adequadas para cada tipo de aplicação, proporciona boa deposição sobre as plantas, excelente penetração dentro do dossel, alta eficiência e minimização de perdas (AZEVEDO, FREIRE, 2006).

#### 2.4.3 Pontas de Pulverização

As pontas de pulverização juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico. Nas pontas, o líquido sob pressão, passa pelo orifício da ponta produzindo uma “película” a qual vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas. As pontas desempenham funções importantes num processo de aplicação de agrotóxicos, determinam a vazão em função do orifício, do tamanho de gota em função da pressão de trabalho. Quanto à forma do jato e distribuição, as pontas se dividem em pontas de jato cônico com orifício e deposição circular, e de

jato plano com orifício em forma de fenda e deposição em forma de jato leque e com deposição linear (MATUO et al., 2005).

Segundo Johnson e Swetnam (1996) a seleção apropriada de pontas é o principal fator de sucesso na quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

A correta aplicação de agrotóxicos utilizando pulverizadores de barra tratorizados somente é possível quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição satisfatória e espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado. Uma aplicação eficiente requer cobertura adequada da superfície-alvo com gotas de tamanho apropriado. No caso de serem produzidas gotas muito grossas, não ocorre boa cobertura da superfície, tampouco boa uniformidade de distribuição e deposição. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo (LEFEBVRE, 1989).

Existem no mercado vários tipos de pontas hidráulicas, com usos definidos para diferentes condições. Entre as mais usadas, destacam-se as de jato cônico vazio e as de jato plano (CUNHA; TEIXEIRA; VIEIRA, 2005).

Nas aplicações de fungicidas e inseticidas, recomenda-se a utilização de bicos de jato cônico vazio, principalmente em culturas com grande massa foliar, em que a penetração das gotas no dossel e a cobertura do alvo são essenciais (SRIVASTAVA; GOERING; ROHRBACH, 1993; WILKINSON; BALSARI; OBERTI, 1999).

Os bicos de jato cônico vazio estão relativamente mais sujeitos à deriva que os bicos de jato plano, independentemente da pressão. Portanto, seu uso deve ser feito com critério, evitando-se situações climáticas adversas. Mesmo com a redução da pressão de operação, há risco de perda de agrotóxico para o ambiente. Já os bicos de jato plano têm menor risco de deriva, principalmente em baixas pressões (CUNHA et al., 2004).

Velloso, Cassen e Jacobsen (1984) relatam que pontas de jato cônico, por produzirem gotas menores, são as mais indicadas para pulverizações de fungicidas, porém essas geram gotas mais suscetíveis à deriva do que aquelas geradas pelas pontas de jato plano. Para a aplicação de fungicidas com pulverizadores de barras, Spraying Systems CO. (1999) recomenda a utilização de pontas de jato plano, indicando a utilização de pontas de jato cônico somente para a pulverização em faixas (jato dirigido).

Os bicos de jato plano, bastante utilizados na aplicação de herbicidas, por trabalharem em pressões menores, geralmente entre 100 e 400 kPa, geram gotas relativamente maiores. Portanto, constituem possível alternativa para reduzir os inconvenientes das aplicações de fungicidas e inseticidas com bicos de jato cônico vazio (CUNHA et al., 2004).

Na comparação entre pontas com jatos planos e jatos planos duplos, que geram gotas de tamanho similar, as de jatos duplos mostrou-se com uma tendência a atingir um maior número de anteras de trigo (PANISSON; BOLLER; REIS, 2004).

#### 2.4.4 Papéis Hidrossensíveis

Os papéis hidrossensíveis são papéis semi-rígidos, com uma camada composta de azul de bromofenol, refletindo a cor amarela, que se torna azul ao contato com a água, devido a mudança de pH de 2.8 para 4.6 (TURNER; HUNTINGTON, 1970).

Como vantagem do uso de papéis hidrossensíveis se dá pela facilidade de colocação junto a folhas em qualquer parte da copa da planta ou alvo biológico (HOFFMAN; HEWITT, 2004). Esse fato tornou o papel especialmente útil nas dezenas de trabalhos realizados nos últimos 10 anos avaliando a penetração no terço inferior em soja (*glycine max*) visando o combate do *Phakopsora pachyrhizi*, causador da Ferrugem Asiática, onde importantes informações a respeito de penetração no terço inferior da copa e do tamanho de gotas mais adequado para essa aplicação foi estudado, conforme Ozkan et al. (2006).

Outras características do uso do papel hidrossensível são: a) com seu uso em condições de alta umidade, acima de 85%, onde a umidade do ar faz que toda sua superfície comece a se tornar azul, e b) em aplicação com altas vazões, normalmente acima de 200 litros por hectare, onde o número de gotas é tão grande que as mesmas se interpolam, causando manchas contínuas no papel que distorcem o tamanho das gotas e até impossibilitando o cálculo do número de impactos por área e seu tamanho (FOX et al., 2001). Uma limitação técnica ao uso de softwares de análise de gotas em papéis sensíveis se deve a dificuldade de

leitura e análise de gotas muito pequenas, abaixo de 50 micra, segundo Hoffman e Hewitt (2004) ou 80 micra, como descrito por Salyani e Fox (1994).



## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR**. 1996. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Por que precisamos de produtos fitossanitários?** Disponível em: <<http://www.andef.com.br/2008/agri01.asp>>. Acesso em: 20 jun. 2009.
- ANTUNIASSI, U. R. et al. Avaliação da cobertura de folhas em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu, **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004, p.48-51. 1 CD-ROM.
- ARANHA, C; YAHN, C. A. Botânica da cana-de-açúcar. In: Paranhos, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas. Fundação Cargill, 1987. p.3-14.
- AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2006. 47 p. (Documentos, 102).
- BACCHI, O. O. S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: SEPROG, 1983. cap. 2, 369p.
- BALAN, M. G. et al. Pulverização em alvos artificiais: avaliação com o uso do software conta-gotas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p.916-919, 2005.
- BASTOS, E. **Cana-de-açúcar: o verde mar da energia**. São Paulo: Editora Ícone, p. 9-10. 1987.
- BLANCA, A. L. **Maquinaria agrícola: constitución, funcionamiento, regulación y cuidados**. 3. ed. Madrid: Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, 1999. 361p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ferrugem laranja ameaça iminente aos canaviais brasileiros**. Brasília, 2008. (Boletim Técnico).
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999. 15p.
- CORSINI, P. C.; MALHEIROS, E. B.; SACCHI, E. Sistemas de cultivo da cultura da cana-de-açúcar: efeito na retenção de água e na porosidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 71-74. 1986.
- 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**, Santa Maria, v. 35, n. 5. p. 1069-1074, 2005.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p.977-985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 325-32, 2003.

DURIGAN, J. C. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBS/ABRACAV/SIF, 1989.

FOX, R. D. et al. Spot Size Comparisons on Oil- and Water-Sensitive Paper. **ASAE**, v. 17. n. 2, p. 131-136, 2001.

GERARD, A. J. M. et al. Towards predicting pesticide deposition from plant phenology; a study in spring barley. **Pesticides Science**, v. 53, p. 252-262, 1998.

HIMEL, C. M. The fluorescent particle spray droplet tracer method. **J. econ. Entomol.**, v. 62, n. 4, p. 912-916, 1969.

HOFFMAN, W. C., HEWITT, A. J. Comparison of Three Imaging Systems for Water Sensitive Papers, **ASAE**, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.sh>> Acesso em: 16 nov. 2010.

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles**: selection and calibration. Lexington. University of Kentucky, 1996. 6p.

JORNALCANA. Nova doença pode ameaçar canaviais brasileiros. **Tecnologia agrícola**, ed. 177, p. 52, set. 2008.

JUNHO, J. A. C.; SANCHES, S. V. Cana-de-açúcar (*Saccharum hybridas*). In: **COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E INTEGRAL**. Manual técnico das culturas. 2.ed. Campinas, 1997. p. 257-287.

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. International Series: Combustion. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. 421 p.

LUNKES, J. A. **Efeito de subdoses de glyphosate e oxyfluorfen simulando deriva sobre a cultura do feijoeiro**. 1996. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MAGAREY, R. C.; STAIER, T.; WILLCOX, T. G. Fungicides for control of orange rust in the 2001 Queensland Crop. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 24, 2002.

MARCHI, S. R. et al. Depósitos de calda de pulverização nas faces adaxial e abaxial de folhas de *Eichhornia crassipes* dispostas em diferentes ângulos. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 321-328, 2005.

MATTHEWS, G. A.; THORNHILL, E. W. **Pesticide application equipment for use in agriculture**. Rome : FAO, 1994. 171p.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: NOVAS TECNOLOGIAS, 2., 1998, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.95-101.

MATUO, T. et al. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS, Viçosa, UFV; 2005. Curso Proteção de Plantas. Módulo 2-2.1; 2.2, 86p.

OSKAN, H. E. et al. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. **Aspects of applied biology**. 2006, no. 77, 8 p.

OVALLE, W. et al. Ferrugem Laranja na Guatemala e Estratégias de Manejo. **Sugar Jornal**. SJ. 2009. p. 24-25.

PANISSON, E.; BOLLER, W.; REIS, E. M. Avaliação da deposição de calda em anteras de trigo, para o estudo do controle químico de giberela (*Gibberella zeae*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2004.

RICHARDSON, B.; NEWTON, M. Spray deposition within plant canopies. **N. Z. P. Protec.**, v. 53, p. 248-252, 2000.

SANGUINO, A. Situação atual da pesquisa em doenças da cana-de-açúcar. **Summa Phytopathol.**, v. 24, n. 1, p. 90-91, 1998.

SANTOS, J. M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Instituto biológico, Centro de sanidade vegetal. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IIIrifib/109-116.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2010.

SANTOS, R. O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola - Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SALYANI, M; FOX, R. D. Performance of Image Analysis for Assesment of imulated Spray Droplet Distribution. St. Joseph: **ASAE**, p. 1083-1089, 1994.

SCORALERT. **Sugarcane Orange Rust Alert System**. Notícias. Disponível em: <<http://scoralert.com/listaNoticias.aspx>> Acesso em: 17 nov. 2010.

SCORALERT. **Sugarcane Orange Rust Alert System**. Importância da Ferrugem Alaranjada. Disponível em: < <http://scoralert.com/Importancia.aspx> >. Acesso em: 17 nov. 2010.

- SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M.G. et al. **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.
- SILVEIRA, G. M. **Máquinas para plantio e condução de culturas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 334p. (Série Mecanização, v.3).
- SPILLMAN, J. J. Spray impaction, retention and adhesion: an introduction to basic characteristics. **Pesticides Science**, v. 15, p. 97-106, 1984.
- SPRAYING SYSTEMS. **Catálogo 46M-BR/P**: produtos de pulverização para a agricultura. Diadema, 1999. 104 p.
- SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E. ROHRBACH, R. P. Chemical Application. In: **Engineering principles of agricultural machines**. St. Joseph: ASAE, 1993. p.265-324.
- STAIER, T.; MAGAREY, R. C.; FINLAYSON, W. A. Meteorological data collection, analysis and sugarcane disease forecasting for orange rust. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 26, 2004.
- STAIER, T., MAGAREY, R.; WILLCOX, T. **Control of Orange Rust in sugarcane with fungicides**. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane. 2003.
- STEDEN, C. **Untersuchungen zum einflub der tropfengröße auf die belagsbildung und die biologische wirksamkeit gegen Oidium tuckeri Berk. an reben**. 1992. 118f. Inaugural Dissertation (zur Erlangung des Doktorgrades Justus-Liebig-Universität Gießen) - Justus-Liebig- Universität Gießen, Gießen.
- 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) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.
- TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.). In: **MANUAL de Fitopatologia**. 1. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 207-225.
- TURNER, C. R.; HUNTINGTON, K. A. The use of water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 15, n. 4, p. 385-387, 1970.
- VELLOSO, J. A. R. O.; CASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas com Pulverizadores de Barra**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1984. 50p.
- WILKINSON, R.; BALSARI, P.; OBERTI, R. Pest control equipment. In: STOUT, B.A. (Ed.). **CIGR handbook of agricultural engineering**. St. Joseph: ASAE, 1999. v.3.269-310.
- WIRTH, W.; STORP, S.; JACOBENSEN, W. Mechanisms controlling leaf retention of agricultural spray conditions. **Pesticides Science**, v. 31, p. 411-420, 1991.

### 3 ARTIGO: COBERTURA PORCENTUAL OBTIDA PELO USO DE DIFERENTES PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO, VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR.

**Juliano Luiz Schneider<sup>1\*</sup>, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Parte da Dissertação do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, PR.<sup>2</sup>Docente, Universidade Estadual de Londrina, CEP: 86051-990, CP. 6001, Londrina, PR \*julianoschneider@sercomtel.com.br

#### Resumo

A aplicação terrestre de defensivos agrícolas é muito utilizada pelo setor sucroalcooleiro para o controle de plantas daninhas, tecnologia esta carente de adaptações para a aplicação de fungicidas visando o controle da ferrugem alaranjada. Desta forma, o presente estudo foi desenvolvido com os objetivos de avaliar a qualidade da deposição da calda em pulverização terrestre, conduzido em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (duas pontas de pulverização, duas taxas de aplicação e duas posições dos papéis hidrossensíveis no dossel da planta), seis repetições, com dez papéis cada. Foram utilizadas as pontas de pulverização XR110.02 (jato plano de uso ampliado) e TTJ60 – 110.02 (jato plano duplo, com ângulo de 60 graus entre si). As vazões utilizadas foram 0,6 e 0,8 L.min<sup>-1</sup>, com 193 e 310 kPa de pressão trabalho, determinando taxas de aplicação de 120 e 160 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os papéis hidrossensíveis (76 X 26 mm), utilizados para avaliar a deposição das pulverizações, foram distribuídos sobre a face adaxial das folhas de cana-de-açúcar em duas posições distintas (0,8 e 0,5 metros do solo). Um scanner foi utilizado para digitalizar as imagens dos papéis hidrossensíveis e avaliadas as coberturas através do programa Conta-Gotas<sup>®</sup>. Os dados de deposição/cobertura foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Observou-se no dossel superior da cana-de-açúcar uma cobertura maior quando comparado ao inferior, sendo que entre as taxas de aplicação, 120 e 160 L.ha<sup>-1</sup>, não observou-se diferenças. Mas a 160 L.ha<sup>-1</sup>, a ponta TTJ60-110.02 foi superior, quando comparada à ponta XR 110.02.

**Palavras-chave:** *Puccinia kuehnii* Butler. Controle químico. Pontas de pulverização. Volumes de pulverização. Papéis hidrossensíveis.

## PORCENTUAL COVERING GOTTEN BY THE USE OF DIFFERENT NOZZLES AND RATES OF APPLICATION, AIMING AT THE CONTROL OF THE ORANGE RUST OF THE SUGARCANE

### Abstract

The terrestrial application of agricultural defensives is very used by the sugar-alcohol producer sector for the control of weed plants. This technology is devoid of adaptations for the fungicides application, aiming the control of the orange rust. In such a way, the present study was developed with the objective of evaluate the quality of the deposition in terrestrial spraying, lead in factorial project 2 x 2 x 2 (two nozzles of spraying, two rates of application and two positions of the water-sensitive papers in the canopy of plant), six repetitions, with ten papers each. It has been used the nozzles of spraying XR110.02 (plain jet of extended range) and TTJ60 - 110,02 (double plain jet, with angle of 60 degrees between itself). The outflows used were 0,6 and 0,8 L.min<sup>-1</sup>, with 193 and 310 kPa of pressure, determining respectively rates of application of 120 and 160 L.ha<sup>-1</sup>. The water-sensitive papers (76 X 26 mm), used to evaluate the deposition of the sprayings, had been distributed on the adaxial face of leaves of sugar cane in two distinct heights (0,8 and 0,5 meters). A scanner was used to generate the digital images of the water-sensitive papers and evaluated the coverings through the Conta-Gotas® program. The deposition data/covering had been submitted to the variance analysis and the averages compared for the Tukey test 5% of significance. It was observed in the superior canopy of the sugarcane a bigger covering when compared with the inferior, being but that between the application rates, 120 and 160 L.ha<sup>-1</sup>, did not observe differences. But the 160 L.ha<sup>-1</sup>, the nozzle TTJ60-110.02 was superior, when compared with the nozzle XR 110.02.

**Keywords:** *Puccinia kuehnii* Butler. Chemical control. Spray nozzle. Spray volume. Water sensitive papers,

### 3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é privilegiado quanto a produção de cana-de-açúcar, matéria prima esta disponível praticamente o ano inteiro. Na região sudeste a colheita ocorre de maio a outubro, já na região nordeste de dezembro a maio.

Em 2009, a produção nacional de cana-de-açúcar atingiu 689.895.024 toneladas, 6,0% inferior a estimativa para a safra 2010 de 731.117.377. Este crescimento deve-se, principalmente, ao aumento de 6,8% na área a ser colhida. A expansão dos canaviais é um processo que se intensificou, nos últimos

seis anos, com o objetivo de oferecer uma alternativa ao petróleo que atingiu altos preços até 2008 (IBGE, 2010).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, liderança conquistada não somente pelas suas condições edafoclimáticas mas, também, por uma base sólida de desenvolvimento tecnológico da sua própria indústria de biocombustíveis. A cana-de-açúcar é o principal tipo de biomassa energética produzida no país. Vários são os fatores condicionantes e limitantes, dentre eles as doenças, que apareciam como coadjuvantes nesse contexto. No Brasil foram relatadas 40, entre todas as 177 doenças (provocadas por fungos, bactérias, vírus e micoplasma) relacionadas em cana-de-açúcar em todo o mundo (SANGUINO, 1998).

O fungo da espécie *Puccinia kuehni* é o patógeno causador da ferrugem alaranjada, que apresentava distribuição mais limitada (Indonésia, Austrália, Índia e China) e menor importância econômica por ocorrer esporadicamente e por nunca ter atingido proporções epifíticas. Entretanto, ao final da década de 90, alastrou-se pelos canaviais da Austrália atingindo a variedade Q124, que representava 45% da área plantada naquele país, diminuindo sua produtividade e causando sérios prejuízos ao setor açucareiro australiano, estimados em 24% da produção de toneladas de açúcar/hectare (BRASIL, 2008).

A ferrugem alaranjada, causou perdas significativas do rendimento de até 40% na variedade altamente suscetível Q124 nos últimos três anos, principalmente no sul de Queensland – Austrália (STAIER; MAGAREY; FINLAYSON, 2004).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) notificou recentemente a primeira ocorrência na América do Sul da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar no Brasil, em Araraquara. O Departamento de Sanidade Vegetal da Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA (SDA/DSV) foi informado por pesquisadores sobre a presença da doença em uma propriedade do município em dezembro/2009, mas o diagnóstico só foi oficializado no dia 5 de janeiro de 2010 (SCORALERT, 2010).

Dentre os controles disponíveis, o controle varietal é sem dúvida o método mais econômico e eficiente contra a ferrugem alaranjada na cana-de-açúcar, mas para se chegar a variedades tolerantes, ou até mesmo resistentes a esta doença e que estejam aptas a substituir as já implantadas e adaptadas, o processo

não é rápido. Nesse meio tempo faz-se necessário estudos sobre o controle químico nessas áreas de cana-de-açúcar, visando minimizar possíveis prejuízos provocados por esse patógeno.

Em estudos realizados por Magarey, Staier e Willcox (2002), o fungicida Bumper (propiconazole) foi o tratamento menos eficiente. Por sua vez o fungicida Alto (cyproconazole) foi o mais ativo no controle da *Puccinia kuehnii* Butler. Os tratamentos mais econômicos foram combinações de Dithane (mancozeb) e de Folicur (tebuconazole).

Durante a pulverização, qualquer quantidade de produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo, não terá eficácia e será representado como forma de perda. Portanto, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental, de acordo com as condições meteorológicas no momento da aplicação (CUNHA et al., 2003).

O uso da pulverização na agricultura depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da tecnologia desenvolvida para sua aplicação. A pulverização fica, ainda, condicionada ao momento de sua realização e a influência dos fatores meteorológicos e biológicos. A eficiência da aplicação também é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo, densidade, diâmetro e velocidade de gota e pela velocidade e direção do fluxo (BALAN et al., 2005).

Uma ponta de pulverização não produz gotas do mesmo tamanho, e sim uma faixa de tamanhos. Essa faixa é chamada de espectro da pulverização, ou seja, uma ponta que produz gotas grandes também produz gotas pequenas e vice-versa. Geralmente, para uma determinada ponta, quanto maior a porcentagem de gotas finas produzidas, maior é o risco de deriva (ANTUNIASSI, 2004).

Santos (2007) afirma que o volume de aplicação é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação, sua definição depende do tipo de alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, dentre outros fatores. O volume de aplicação influencia também na capacidade operacional da operação, pois quanto maior o volume de aplicação utilizado maior será o número de paradas para reabastecimento do pulverizador. Em média, o volume de aplicação para aplicações terrestres é  $120 \text{ L ha}^{-1}$ , porém a variação é de  $100$  a  $300 \text{ L ha}^{-1}$ .



Segundo Johnson e Swetnam (1996) a seleção apropriada de pontas é o principal fator de sucesso na quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

Papéis hidrosensíveis são comumente utilizados para avaliar a qualidade de deposição da calda pulverizada. Esses papéis são produzidos com o corante azul-de-bromotimol, que na sua forma não ionizada apresenta a coloração amarela. No entanto, quando atingido por água, se ioniza, atribuindo uma cor azul, sendo assim possível determinar a área coberta em cada pulverização (TURNER; HUNTINGTON, 1970).

Com o intuito de avaliar a qualidade da cobertura da calda em pulverização terrestre, avaliou-se diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização, em duas posições distintas na cultura da cana-de-açúcar, visando o controle da ferrugem alaranjada.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área comercial de cana-de-açúcar, localizada no município de Bandeirantes – PR, pertencente a Usina de Bandeirantes (23°51'18" Sul, 50°20'15" Oeste), altitude de 420 metros e clima Subtropical Cfb (Köppen & Geiger, 1928).

A cultivar de cana-de-açúcar utilizada foi RB 96-6928, com 120 dias do plantio, área homogênea, com desenvolvimento satisfatório e 0,8 metro de altura.

O estudo foi conduzido em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (duas pontas de pulverização, duas taxas de aplicação e duas posições dos papéis hidrosensíveis no dossel da planta), seis repetições, com dez papéis cada. Cada parcela era composta de 280 m<sup>2</sup> (14 x 20 metros). O equipamento utilizado era composto de um trator BM100, Valtra, sendo acoplado a este um pulverizador FALCON VORTEX, JACTO, com tanques adicionais e que somavam capacidade de 1400 litros, barra de pulverização de 14 metros, dotada de 29 pontas hidráulicas distanciadas 50 cm umas das outras. As pontas de pulverização utilizadas foram XR110.02 (jato plano de uso ampliado) e TTJ60 – 110.02 (jato plano duplo, com ângulo de 60 graus entre si) ambas da marca TEEJET. Durante a pulverização a barra permaneceu a 0,5 metros do topo da cultura. As vazões utilizadas foram 0,6 e 0,8 L min<sup>-1</sup>, com 193 e

310 kPa de pressão trabalho, determinando taxas de aplicação de 120 e 160 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Dados estes descritos na tabela 01.

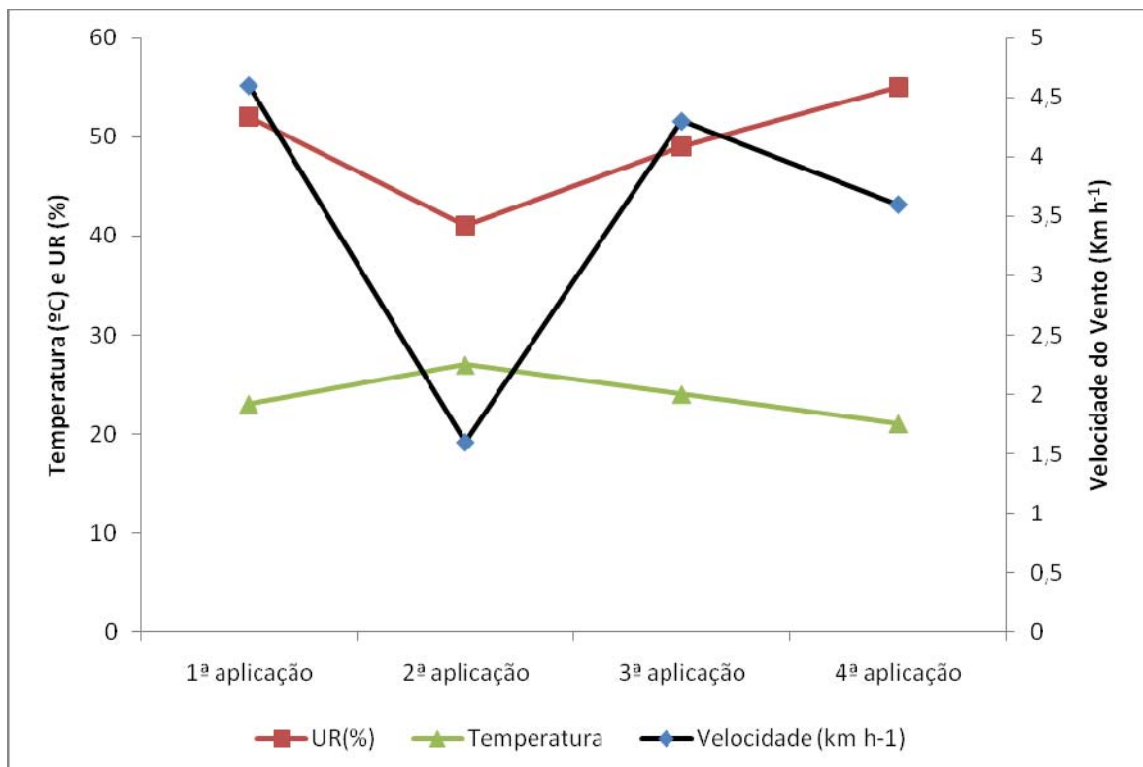
**Tabela 1** – Pontas de pulverização, pressões de trabalho, taxas de aplicação e tamanho de gota.

Pontas de Pulverização	Pressões de Trabalho (kPa) <sup>1/</sup>	Taxas de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Tamanho de Gota <sup>2/</sup>
XR110.02	193	120	Média
	310	160	Fina
TTJ60-110.02	193	120	Grossa
	310	160	Grossa

<sup>1/</sup> Pressão de trabalho estimada;

<sup>2/</sup> Dados fornecidos pelo fabricante (TEEJET, 2011).

As pulverizações ocorreram no dia 09/Jun/2010, com início às 14:30 H e término às 16:30 H. As condições climáticas foram monitoradas por um termohigroanemômetro Kestrel, sendo que os dados das leituras podem ser visualizados na figura 1.



**Figura 1** – Dados das temperaturas, umidade relativa e velocidade do vento no local do experimento – Bandeirantes – PR.

Os papéis hidrossensíveis (26 X 76 mm) foram distribuídos sobre a face adaxial das folhas de cana-de-açúcar, fixados com grampeador, em duas posições distintas (0,8 e 0,5 metros) nas seguintes posições: ponto de curvatura e axila das folhas, respectivamente.

Após às pulverizações os papéis hidrossensíveis foram recolhidos e fixados em folhas de papel sulfite, previamente identificadas, e embaladas em sacos plásticos recobertos com filme plástico, evitando contaminação pela umidade externa e consequente perda de resolução dos materiais.

Os dados de porcentagem de cobertura dos papéis foram obtidos pela digitalização de cada papel hidrossensível em um scanner, à 300 dpi de resolução, sendo as imagens processadas no programa Conta-Gotas® (Canteri et al., 2001). Os dados de deposição foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação tripla entre os fatores pontas de pulverização, taxas de aplicação e posições dos alvos quanto à porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis.

Interação significativa ocorreu somente entre os fatores pontas de pulverização e taxas de aplicação, sendo, portanto, a posição dos alvos independente dos demais fatores analisados.

As médias dos dados analisados estão apresentados na Tabela 2 e 3.

**Tabela 2** – Porcentagem de cobertura nos papéis hidrossensíveis para as diferentes posições (0,8 e 0,5 metro).

Cobertura (%)	Posição (0,80 m)	Posição (0,50 m)
		46,08a
CV (%)	27,32	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Comparando-se a porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, na parte superior do dossel das plantas (alvos dispostos a 0,8 metros), essa foi significativamente maior, chegando 46,08% da área total. Já na axila da folha (alvos dispostos a 0,5 metros) a cobertura porcentual foi de 30,65%, correspondendo a um valor de cobertura 34% inferior, quando comparado à posição mais elevada. Esse resultado pode ser atribuído ao fato que os papéis locados na região superior das plantas possuem probabilidade maior de serem atingidos pelas gotas pulverizadas, visto que a distância que as gotas precisam percorrer para atingir a parte inferior do dossel é maior, mais sujeitas a fatores limitantes de uma pulverização de qualidade. Segundo Souza, Castro e Palladini (2007), as folhas localizadas no terço inferior das plantas representam o alvo mais difícil de atingir em pulverizações. A sobreposição das folhas existentes no caminho da gota e, também, a maior possibilidade de perda por evaporação ou deriva das gotas menores, no espectro formado de acordo com as características de cada ponta, em condições ambientais adversas e pela maior distância percorrida, implicam em menor número de gotas chegando ao alvo e irregularidade no volume depositado.

Cunha et al. (2010) analisando a cobertura de gotas nos diferentes terços da planta de milho, cultura com arquitetura similar a estudada, que na posição superior do dossel da cultura do milho ocorreu maior porcentagem de cobertura, e no terço inferior, menor cobertura de gotas, o que já era esperado, uma vez que o terço superior encontra-se mais próximo ao ponto de lançamento da gota. Deve-se levar em consideração também que o efeito guarda-chuva proporcionado pelas folhas dos terços médio e superior pode interferir na distribuição da calda de fungicida no terço inferior.

De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle de doenças, principalmente no caso daqueles que requerem cobertura uniforme de toda a planta (CUNHA; REIS; SANTOS, 2006).

Fungicidas sistêmicos são eficazes em condições de menor cobertura em comparação aos de ação de contato, contudo deve-se levar em conta que, mesmo denominados sistêmicos, costumam apresentar apenas movimento translaminar em várias culturas, reforçando a importância da tecnologia de aplicação (BOLLER; FORCELINI; HOFFMANN, 2007).

Magarey; Neilsen e Magnani (2004) concluíram que em umidades relativas superiores a 97% ocorreram germinações significativas dos esporos de *Puccinia kuehnii* Butler, e que as temperaturas entre 17°C e 24 °C eram ótimas. Condições climáticas estas encontradas com maior frequência nas regiões mais baixas das plantas, justificando a busca em conseguir atingir os dosséis inferiores.

O produto sistêmicos se translocam na planta via xilema (movimento acrópeta), ou seja, a translocação ocorre das partes inferiores para as partes superiores, seguindo o fluxo da transpiração. Isto indica a elevada importância em se atingir as partes mais baixas da planta, uma vez que as gotas que atingem as folhas mais expostas na parte superior do dossel não serão responsáveis pelo controle de doenças no baixeiro (ROMÁN et al., 2009).

Em testes de pulverização, Cunha, Reis e Santos (2006), observaram na cultura da soja que o volume de aplicação de 160L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior retenção de calda nas posições superior e inferior do dossel, quando comparado ao volume de 115L ha<sup>-1</sup>. Esse resultado indica maior distribuição de calda no alvo empregando-se maior volume de aplicação, condição desejada principalmente quando do uso de fungicidas protetores.

É importante salientar que os papéis dispostos na região superior estavam na posição horizontal, já os inferiores estavam posicionados transversalmente, seguindo a arquitetura das plantas. Esta configuração também pode ter contribuído com a maior deposição no dossel superior, decorrente da simulação da arquitetura foliar das plantas de cana-de-açúcar.

Gerard et al. (1998), analisando a relação entre a arquitetura da planta de cevada e a interceptação da calda de pulverização, também verificaram que a concentração da calda na folha aumenta da folha-bandeira para as folhas mais velhas. Os autores concluem que a folha-bandeira possui maior angulação e que tal ângulo tende a se aproximar da horizontal à medida que a folha vai envelhecendo, o que favorece a deposição de gotas.

**Tabela 3** – Porcentagem de cobertura nos papéis hidrossensíveis e interação pontas de pulverização x taxas de aplicação, respectivamente.

Taxa de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Ponta	
	TTJ60 – 110.02	XR110.02
160	40,34Aa	36,5Ba
120	37,64Aa	38,97Aa
CV (%)	27,32	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Quando observamos as taxas de aplicação, a porcentagem de cobertura não variou entre as taxas de aplicação, 120 e 160 L ha<sup>-1</sup>, independente da ponta utilizada ou seja o aumento do número de gotas pulverizadas não influenciou no aumento da porcentagem de cobertura.

Román et al. (2009), em estudos de aplicação de fungicidas na cultura da soja, utilizaram três volumes de pulverização (100, 150 e 200 L. ha<sup>-1</sup>), não encontrando diferença significativa na porcentagem de cobertura de fungicida, no entanto, observando tendência de aumento com o incremento na taxa de aplicação.

No entanto, Cunha, Reis e Santos (2006), descreveram que o volume de aplicação de 160 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior retenção de calda nas posições superior e inferior do dossel da soja quando comparado ao volume de 115 L ha<sup>-1</sup>. Esse resultado indica maior distribuição de calda no alvo empregando-se maior volume de aplicação, condição desejada principalmente quando do uso de fungicidas protetores.

Resultado semelhante obtiveram Cunha e Pereira (2009), na aplicação de fungicida em milho, com arquitetura semelhante a da cana-de-açúcar, onde o aumento do volume de calda proporcionou maior deposição de gotas em quase todos os tratamentos. De maneira geral, os maiores valores de deposição foram encontrados com a ponta de jato plano defletor, trabalhando com volume de calda de 130 L ha<sup>-1</sup>. A ponta com indução de ar mostrou-se inadequada para aplicação do fungicida, em virtude dos baixos valores de densidade de gotas encontrados. Ressalta-se que a ponta de jato cônico vazio foi eficiente na deposição de gotas, no entanto, deve-se chamar atenção para o risco potencial de deriva ocasionado pelas gotas muito finas geradas por essa ponta. Possivelmente pode-se

atribuir à deriva, provocada pela umidade limítrofe dos padrões aceitáveis para uma aplicação de qualidade, aliado a variações na velocidade do vento, o mesmo padrão de cobertura, nos volumes do estudo.

Teixeira, Delgado e Figueiredo (1998), estudando o efeito da taxa de aplicação com um bico leque sobre a cobertura de alvos planos, observaram um aumento significativo de cobertura quando o volume de aplicação passou de 100 para 200 L ha<sup>-1</sup>, no entanto, não observando diferença quando este volume passou para 300 L ha<sup>-1</sup>.

Essa isonomia de porcentagem de cobertura dos alvos com os volumes de 120 e 160 L ha<sup>-1</sup>, verificado neste estudo, é importante não só para o controle efetivo de doenças/pragas, e sim, a medida que este volume é diminuído um outro fator ganha grande destaque: o rendimento operacional, que resumirá em grande economia de tempo e monetária ao longo do processo.

Silva (1999), descreve a importância do volume de aplicação, em que a prática comum era se aplicar volumes superiores a 200L ha<sup>-1</sup>. Atualmente, entretanto, existe tendência a se reduzir o volume de calda, visando a diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização. O uso de menor volume aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores.

Segundo Matuo (1990), a utilização de volumes cada vez menores, visando à redução de custos operacionais e aumento da rapidez do tratamento, obriga o desenvolvimento de novas tecnologias. Mas ao mesmo tempo ressalva que o volume de calda utilizado está na dependência do tipo de aplicação a ser realizada, das características do alvo e das condições ambientais.

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores em valores expressivos, podendo ser o principal componente do desempenho operacional em diversas culturas (ROMÁN et al., 2009).

A ponta TTJ60-110.02 proporcionou significativa maior cobertura, em relação à ponta XR 110.02, somente na taxa 160 L ha<sup>-1</sup>. Neste caso a maior cobertura porcentual pela ponta TTJ60-110.02 pode ser atribuída à manutenção do espectro de gotas na faixa de pressão utilizada (193 e 310 kPa). Já no caso da ponta XR110.02, nas mesmas pressões de trabalho utilizadas, o padrão de gotas se altera de médias para finas, segundo o fabricante (TEEJET, 2011). Segundo Teixeira (1997) gotas muito pequenas, na maioria das vezes, geram boa cobertura superficial

e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. Womac, Maynard e Kirk (1999) relatam os fatores que influenciam o espectro de gotas produzido, dentre eles a pressão do líquido se destaca.

Desta forma, para culturas onde o dossel é mais aberto, o uso de gotas maiores pode ser vantajoso – além de um requerimento de pressão menor, uma aplicação mais eficiente e ambientalmente correta.

No caso deste trabalho, possivelmente a diminuição do tamanho das gotas oriundas da ponta XR 110.02 influiu negativamente na cobertura porcentual, visto o aumento de potencial de deriva e evaporação.

O mesmo não foi observado por Cunha et al. (2004), onde relatam que, nos bicos de jato plano, o aumento da pressão provocou diminuição do tamanho das gotas e, conseqüentemente, aumento da densidade de gotas e da cobertura do alvo.

Smith et al. (2000) também mostram as vantagens associadas ao uso de gotas de menor diâmetro com relação à cobertura do alvo pela aplicação de agroquímicos.

### 3.4 CONCLUSÕES

O dossel superior da cana-de-açúcar obteve uma cobertura maior quando comparado ao inferior.

Não observou-se diferença na porcentagem de cobertura entre as taxas de aplicação (120 e 160 L ha<sup>-1</sup>) nos alvos artificiais distribuídos pela cultura.

Na taxa de aplicação de 160 L ha<sup>-1</sup> a cobertura porcentual da pulverização realizada com a ponta TTJ60-110.02 foi superior, quando comparada à ponta XR 110.02.



## REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R. et al. Avaliação da cobertura de folhas em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. Botucatu, **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004, p.48-51. 1 CD-ROM.
- BALAN, M. G. et al. Pulverização em alvos artificiais: avaliação com o uso do software conta-gotas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p.916-919, 2005.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ferrugem laranja ameaça iminente aos canaviais brasileiros**. Brasília, 2008 (Boletim Técnico).
- CANTERI, M. G. et al. Conta-gotas: sistema para análise de eficiência de pulverização. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, Piracicaba, SP. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, v. 27, p. 136, 2001.
- CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, L. L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, F. J.; PEREIRA, R. G. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.
- CUNHA, J. P. A. R.; PEREIRA, R. G. Efeito de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 533-538, 2009.
- CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 36, n. 5, 2006.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p.977-985, 2004.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 325-32, 2003.
- GERARD, A. J. M. et al. Towards predicting pesticide deposition from plant phenology; a study in spring barley. **Pesticides Science**, v. 53, p. 252-262, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.sh>> Acesso em: 16 nov. 2010.

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles**: selection and calibration. Lexington. University of Kentucky, 1996. 6p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

Magarey, R.C., Neilsen, W.A. and Magnani, A.J. Environmental requirements for spore germination in three sugarcane leaf pathogens. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 26, 2004. (These Proceedings).

MAGAREY, R. C.; STAIER, T.; WILLCOX, T. G. Fungicides for control of orange rust in the 2001 Queensland Crop. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 24, 2002.

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

ROMÁN, R. A. A. et al. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 223-232, 2009.

SANGUINO, A. Situação atual da pesquisa em doenças da cana-de-açúcar. **Summa Phytopathol.**, v. 24, n. 1, p. 90-91, 1998.

SANTOS, R. O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola - Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2007.

SCORALERT. **Sugarcane Orange Rust Alert System**. Notícias. Disponível em: <<http://scoralert.com/listaNoticias.aspx>> Acesso em: 17 nov. 2010.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M.G. et al. **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.

SMITH, D. B. et al. Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n.02, p. 255-259, 2000.

SOUZA, R. T.; CASTRO, R. D.; PALLADINI, L. A. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n.esp., p. 75-82, 2007.

STAIER, T.; MAGAREY, R. C.; FINLAYSON, W. A. Meteorological data collection, analysis and sugarcane disease forecasting for orange rust. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 26, 2004.

TEEJET, 2011. **Bicos - Para Área Total**. Disponível em:  
<<http://www.teejet.com/portuguese/home/products/spray-products/broadcast-spray-nozzles.aspx>> Acesso em: 25 jan. 2011.

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) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TEIXEIRA, M. M.; DELGADO, L. M.; FIGUEIREDO, J. L. A. Efeito do volume de pulverização e da população de gotas na eficácia de tratamentos herbicidas, utilizando pulverizadores hidráulicos. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1998. p.115.

TURNER, C. R.; HUNTINGTON, K. A. The use of water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 15, n. 4, p. 385-387, 1970.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Transactions of the ASAE**, v.42, p.609-616, 1999.