

Comparação de pulverização de baixa (60 L ha⁻¹) com alta vazão (170 L ha⁻¹) em pulverização de barras

Marciane Braun¹, Tania Claudia Pintro¹, Vanderlei Artur Bier¹, Marcio Furlan Maggi¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

mbraun_27@hotmail.com, taninhacdia@hotmail.com, vanderlei.bier@unioeste.br,
mfmaggi2003@yahoo.com.br

Resumo: Na aplicação de agroquímicos, é possível monitorar a qualidade operacional do processo selecionando-se indicadores de desempenho que permitam coletar dados no campo e a aferição de conformidades de acordo com a prescrição técnica estabelecida. O presente trabalho foi conduzido em uma propriedade agrícola de 1 ha, situada no distrito de Vila Nova, município de Toledo. Foram coletados dados de uma aplicação de agroquímicos, na metade da área com vazão de 60 L ha⁻¹ e na outra metade com vazão de 170 L ha⁻¹. A aplicação foi monitorada através da disposição de 36 unidades de papel hidrossensível, posicionados a 15 cm de altura em relação ao solo, na intersecção de uma grade de 10 m x 20 m em cada área. Os papéis foram copiados digitalmente e os arquivos obtidos foram analisados pelo software GOTAS for Windows. Nos dois casos, pode-se observar que o volume real aplicado é maior que o desejado. A vazão de 60 L ha⁻¹, apresentou menor cobertura do alvo, menor densidade de gotas e desuniformidade do tamanho de gotas.

Palavras-chave: Defensivos, papel hidrossensível, pulverizador.

Comparison of spraying low (60 L ha⁻¹) with high flow (170 L ha⁻¹) spray bars

Abstract: In pesticides applications, it's possible to monitor the operational quality thru process to selecting performance indicators allowing data collection in the field of conformity assessment and in accordance with the technical specification established. Agrochemical application, you can monitor the operational quality of the process by selecting performance indicators allowing data collection in the field of conformity assessment and in accordance with the technical specification established. This study was conducted on a farm of 1 ha, located in the district of Vila Nova, city of Toledo . Data from an application of agrochemicals in the area with half the flow rate of 60 L ha⁻¹ and the other half with a flow rate of 170 L ha⁻¹ were collected . The application is monitored through the provision of water sensitive units 36 at a height of 15 cm from the ground paper at the intersection of a grid of 10 x 20 m in each area. The papers were digitally copied and the files were analyzed by GOTAS software for Windows. In both cases, it can be seen that the actual volume applied is greater than desired The flow rate of 60 L ha⁻¹, showed a lower target coverage, lower droplet density and uniformity of the droplet size.

Key words: Pesticides, water sensitive paper, sprayer

Introdução

Entre as várias etapas que constituem o processo de produção agrícola, a aplicação de defensivos é uma das mais exigentes. Quando executada de forma inadequada é sinônimo de

prejuízo, pois gera desperdício e conseqüentemente aumenta o custo de produção. Deve-se considerar, não somente o tratamento da área cultivada, mas também os cuidados com a contaminação de pessoas e preservação do meio ambiente.

A eficiência dos herbicidas é influenciada pela temperatura e umidade relativa do ar, estas afetam a absorção e a translocação dos compostos aplicados nas plantas. Com a diminuição da umidade relativa e/ou o aumento da temperatura, as gotas da pulverização secam mais rapidamente, e a absorção do produto diminui ou, até mesmo, cessa, afetando o desempenho biológico. A eficiência dos herbicidas depende também da quantidade de água usada como veículo em sua aplicação, da pressão de regulagem e da velocidade de deslocamento do pulverizador (Roman, 1999).

Algumas tecnologias de aplicação de defensivos ajudam a diminuir os desperdícios, como exemplo os adjuvantes e variados tipos de bicos de diferentes vazões, como os de baixa vazão que estão sendo recomendados no mercado (EMBRAPA, 2009).

Segundo Faggion e Antuniassi (2010), a tecnologia de aplicação tem como princípio básico a divisão do líquido a ser aplicado em gotas (“processo de pulverização”), multiplicando o número de partículas (gotas) que carregam os princípios ativos em direção aos alvos da aplicação. Conforme o autor, para o planejamento de uma pulverização, deve-se levar em conta o volume e o tamanho das gotas a serem aplicadas, pois elas são fatores básicos, de suma importância para início de uma pulverização.

Segundo Santos (2005) as gotas de pulverização, são geradas e liberadas pelos bicos de pulverização resultando na “explosão” rápida e violenta de um fluxo líquido sob pressão através de um orifício calibrado. Isso, gera uma grande quantidade gotas de diâmetros variados, pesos diferenciados e trajetórias e velocidades diferentes entre si sob maior ou menor influência das condições meteorológicas ambientais, refletindo-se em uma maior ou menor coleta das gotas pelo alvo a ser atingido. Por outro lado, a situação, dimensões ou posição deste mesmo alvo, poderá ou não facilitar a deposição das gotas em superfícies imediatamente abaixo do ponto de geração ou serem desviadas a grandes distâncias ou desaparecerem por completo.

Uma forma de se analisar o diâmetro das gotas de uma amostra é o diâmetro mediano numérico (DMN). O DMN é o diâmetro de gota que divide a massa de gotas em duas partes, sendo que 50% das gotas (em número) tem diâmetro maior que o DMN e 50% (em número) têm diâmetro menor que o DMN. Neste caso, de maneira análoga ao DMV, a tendência é que o DMN seja influenciado pelas gotas menores (grande número), induzindo a um baixo valor para o DMN. Como ambos parâmetros acabam sendo muito influenciados pela proporção de

gotas grandes e pequenas, a relação ente estes fatores fornece um bom parâmetro para se analisar a homogeneidade do espectro de gotas produzidas (Chechetto et al., 2012).

Deve-se escolher tecnologia de aplicação de acordo especialmente com as opções operacionais do agricultor e com as características gerais de sua propriedade. Tanto a tecnologia de aplicação, são eficientes e eficazes ferramentas na pulverização, porém suas regulagens devem estar devidamente ajustadas, o maquinário em boas condições de manutenção, para que o objeto da pulverização seja atingido, sem causar dano e ultrapassar os limites ambientais.

Diante desse contexto, é de extrema importância o conhecimento das melhores técnicas de aplicação e sua eficiência para obtenção dos melhores resultados e retorno econômico.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em uma propriedade agrícola situada município de Toledo - PR ($24^{\circ} 42' 49''$ S / $53^{\circ} 44' 35''$ W / Datum WGS 1984), relevo com declividade e altitude média de 3% e 560 metros respectivamente. Utilizando-se uma área de 1,0 ha, sendo dividido em dois espaços iguais de 0,5 ha ($50\text{ m} \times 100\text{ m}$), em cada um foi criado um grid de 10 metros de largura e 20 metros de comprimento (Figura 1).



Figura 1: Área de implantação do experimento, Toledo-PR.

Fonte da Imagem: Google / Trackmaker.

Em cada área nas interseções do grid, foram colocadas hastes de bambu com altura de 50 cm onde foi fixado o papel hidrossensível ficando aproximadamente 15 cm de altura em

relação ao solo, sendo distribuídas seis hastes no sentido da largura e seis no sentido do comprimento do terreno, totalizando 36 pontos em cada área.

A aplicação de herbicida em ambas as áreas foi feita com pulverizador de arrasto, da marca JACTO, modelo Columbia Cross 2.000 L, ano 2000, barras com 18 metros, 36 bicos, tracionado por trator da marca FORD, modelo 4630, ano 94. Na área A foram utilizados bicos tipo leque simples Jacto, tipo 110°- AXI – 03 com filtros de malha 70 cônico e na área B, bicos tipo cone de 110°-P-0134 filtro de malha 70.

Na área denominada de A de aplicação com alta vazão, foi aplicado somente água e agroquímico, utilizando bicos que permitissem o pulverizador aplicar um volume de calda de 170 L ha⁻¹. Na área B, foi utilizada uma tecnologia de aplicação de baixa vazão. Foi utilizado adjuvante com objetivo de minimizar fatores como deriva e evaporação das gotas, na taxa de 0,6 L ha⁻¹ do aditivo. O pulverizador foi regulado para aplicar volume de calda de 60 L ha⁻¹.

Para separar as duas áreas foram deixadas uma distância de aproximadamente cinco metros entre elas, para que fosse possível o trator fazer manobras. Foram feitas três passadas como trator e a máquina acoplada para poder fazer a aplicação do produto em cada área.

Para a calibração do pulverizador mediu-se a distância de 50 metros em linha reta, posteriormente cronometrou-se o tempo que o trator levou para chegar até o final do percurso, considerando uma velocidade constante, em segunda marcha o que resultou em 21 segundos para percorrer a distância de 50 metros (2,36 m s⁻¹, transformando em Km h⁻¹, resulta em 8,5 Km h⁻¹).

A pressão de trabalho, altura da barra de pulverização e a velocidade de trabalho nas duas áreas, foram: 3 bar, 0,50 m e 8,5 km h⁻¹, sendo adicionado a mesma dose do herbicida Glifosato, 5 L ha⁻¹ para os dois locais.

A temperatura do ar no instante da aplicação nas áreas A e B foram de 26 °C, umidade relativa 60%, velocidade do vento 4,0 km h⁻¹, estando dentro dos parâmetros recomendáveis por (Gandolfo et al., 2001).

Foram utilizados papéis hidrossensíveis para analisar como o alvo estava sendo atingido. Os papéis foram recolhidos com pinça seca após a passagem do pulverizador e presos no verso com fita adesiva dupla face em uma folha de papel identificada. Duas horas após o recolhimento das amostras do campo os papéis hidrossensíveis foram copiados via scanner da impressora marca HP, modelo laserjet M1212, com resolução de 600 dpi, para digitalização. Cada uma das amostras foi recortada digitalmente e salva com a identificação de sua localização utilizando-se o programa Windows Paint e salva no formato JPEG para manter a qualidade da resolução.

Os arquivos obtidos foram analisados pelo software GOTAS for Windows (EMBRAPA, 2009).

A estatística descritiva dos dados foi realizada com nível de 5% de significância, para os indicadores diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro médio numérico (DMN), densidade de gotas, cobertura, uniformidade e volume. A normalidade foi testada pelo teste de Anderson-Darling. O coeficiente de variação (CV) foi considerado baixo quando $CV \leq 10\%$, médio quando $10\% < CV \leq 20\%$, alto quando $20\% < CV \leq 30\%$, e muito alto quando $CV > 30\%$ (Pimentel Gomes et al., 2002).

Para os dados, número de gotas, de diâmetros, uniformidade, volume de aplicação, densidade, DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico), DMN (Diâmetro Mediano Numérico) e cobertura (%), utilizando-se o software SUPER 10 foi confeccionado o respectivo mapa de distribuição, extrapolando-se os dados para toda área, através de interpolador o inverso da distância.

Os cálculos da vazão foram realizados seguindo os catálogos de cada bico utilizado.

Equação para cálculo da vazão:

$$Q = q * 600/V*f$$

Onde:

Q = Volume de pulverização em: $L ha^{-1}$

q = Vazão de um bico em: $L ha^{-1}$

V = Velocidade em: $Km h^{-1}$

f = Espaçamento entre bicos em metros

600 = Fator de conversão de unidades

Resultados e Discussão

Os dados provenientes da avaliação do software gotas e analisados como minitab estão presentes na tabela 1.

Todos os dados obtidos apresentam normalidade ao nível de 5% de significância pelo teste de Anderson-Darling, com exceção da uniformidade de aplicação para a vazão de $60 L ha^{-1}$. Esta uniformidade, pelo teste Kolmogorov-Smirnov apresentou distribuição com p-value = 0,038 e sendo que neste trabalho estes dados foram abordados segundo os conceitos de geoestatística (influenciados pela distribuição espacial), adotou-se que a falta de normalidade ao nível de 5% não prejudicaria o estudo.

Tabela 1. Análise descritiva das variáveis analisadas segundo a vazão

	Média	Mediana	Desv. Pad	Coef Var (%)	Mínimo	Máximo	p-Value*
Aplicação à taxa de 60 L ha ⁻¹ .							
Número de gotas	367	373	119	33	129	643	0,993
Número de diâmetros	196	198	42	22	93	278	0,819
Uniformidade (μ)	3	3	1	22	2	5	0,006
Volume (L/ha)	96	95	25	26	49	143	0,670
Densidade (n/cm ²)	45	45	11	24	24	70	0,821
VMD (μm)	574	572	80	14	418	737	0,671
NMD (μm)	197	195	41	21	54	267	0,054
Cobertura (%)	15	15	4	26	8	30	0,129
Aplicação a taxa de 170 L ha ⁻¹							
Número de gotas	949	937	210	22	553	1485	0,545
Número de diâmetros	321	326	28	9	271	379	0,283
Uniformidade (μ)	4	4	1	20	2	6	0,838
Volume (L/ha)	214	209	62	29	117	325	0,087
Densidade (n/cm ²)	102	99	19	18	72	144	0,414
VMD (μm)	631	623	105	17	465	894	0,117
NMD (μm)	158	152	34	22	86	219	0,524
Cobertura (%)	31	31	67	20,9	19	42	0,089

* Teste de Normalidade de Anderson-Darling.

Para a aplicação de 170 L ha⁻¹, o coeficiente de variação (CV) foi considerado baixo, também apenas para o parâmetro número de diâmetros. Médio para os parâmetros uniformidade e cobertura, e alto para número de gotas, volume, diâmetro mediano numérico (DMN), diâmetro mediano numérico (DMN) e densidade.

Ressalta-se, porém, que o coeficiente de variação não passou dos 30%, considerando-se no geral um padrão não muito elevado para esta vazão.

Aplicando a uma velocidade de 8,5 km h⁻¹ e pressão de trabalho de 15 a 75 PSI, a vazão por bico pode variar de 0,69 a 1,55 L min⁻¹, gotas formadas são grossas. Na área A, vazão de 170 L ha⁻¹, uma pressão de trabalho de 45 PSI, velocidade de 8 Km h⁻¹, calculamos o volume de calda aplicada por ha.

Cálculos da vazão realizados de acordo com os catálogos de cada bico utilizado.

$$Q = q * 600/V*f$$

$$Q = 1,20*600/8,5*0,5$$

$$Q = 170 \text{ L ha}^{-1}$$

O tamanho das gotas produzidas coincide com o que diz o catálogo (JACTO, 2013) foram classificadas como grossas. Já a vazão real aplicada foi bem maior do que a calculada utilizando dos dados do catálogo, esta variou de 180 a 280 L ha⁻¹.

O catálogo do bico 110°-P-0134, informa que a pressão pode variar de 30 a 60 PSI, a vazão por bico de 0,45 a 0,60 L min⁻¹, tamanho das gotas produzidas médias e finas. Na área B, vazão de 60 L ha⁻¹, consideremos a pressão de 45 PSI, velocidade de 8,5 Km h⁻¹, calculemos o volume de calca aplicada por ha.

$$Q = q * 600/V*f$$

$$Q = 0,52*600/8,5*0,5$$

$$Q = 73 \text{ L ha}^{-1}$$

A vazão real aplicada foi bem maior do que indica o catálogo (JACTO, 2013), que seria de 73 L ha⁻¹, esta variou de 100 a 140 L ha⁻¹, o tamanho das gotas produzidas também não foi de acordo com o que diz o catálogo, foram classificadas como médias e grossas.

Porcentagem de cobertura

A vazão 60 L ha⁻¹, 170 L ha⁻¹ cobriu de 9 a 17% e 25 a 33% na maior parte da área, respectivamente. (Figura 2).

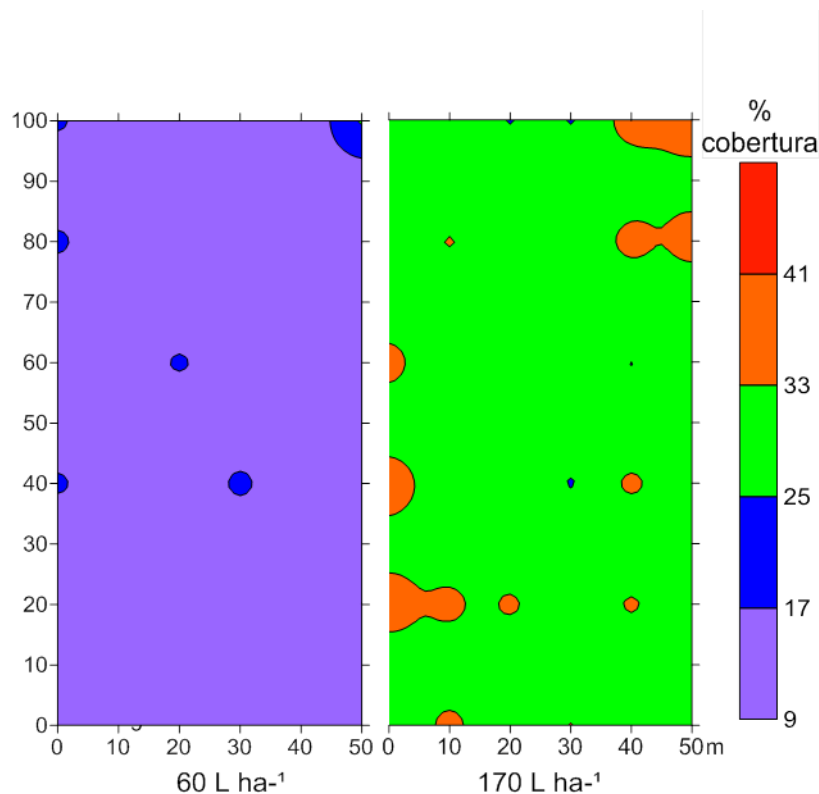


Figura 2. Portagem de cobertura segundo a vazão.

Esperava-se que a cobertura fosse maior na vazão de 60 L ha⁻¹, portanto não foi o que aconteceu. Isto pode ser justificado pelo fato da vazão real aplicada ter sido maior, e também pelo fato das gotas produzidas terem sido médias e grandes, pois são as gotas pequenas que produzem uma melhor cobertura. Gotas pequenas são retidas com maior facilidade sobre a superfície das folhas, de modo que os herbicidas podem penetrar e transcolar-se mais rapidamente do que se contidos em gotas grandes (Prasad & Cadogan, 1992).

Ainda na vazão de 60 L ha⁻¹, como foi adicionado o adjuvante a calda, com o intuito de melhorar a condição da mistura, este não trouxe resultado satisfatório, comparado com a vazão de 170 L ha⁻¹, onde não foi adicionado o adjuvante.

Segundo Cunha e Carvalho (2005), existem diversas formas para aumentar a eficiência das aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas é a adição de adjuvantes à calda de pulverização, com o objetivo de alterar o comportamento da distribuição volumétrica, em geral, a adição dos adjuvantes reduz o risco potencial de deriva das aplicações e aumenta a deposição de calda no alvo.

Densidade de gotas

A densidade das gotas na aplicação de 60 L ha⁻¹ foi uniforme (20 a 60 gotas cm⁻²), enquanto que na taxa de 170 L ha⁻¹ foi inicialmente de 100 a 140 gotas cm⁻², no meio 60 a 100 gotas cm⁻², voltando a taxa de 100 a 140 gotas cm⁻² no fim. (Figura 03).

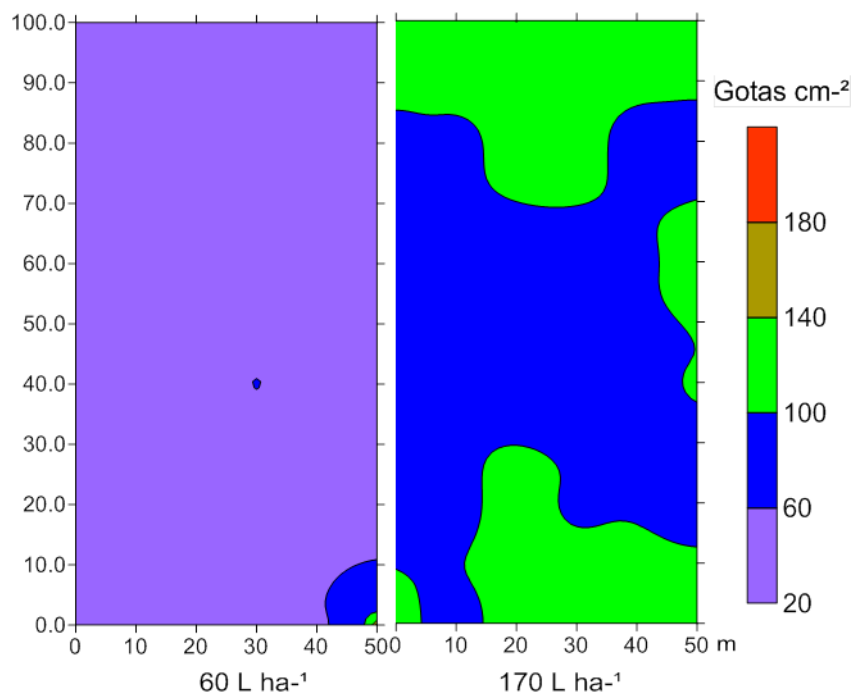


Figura 3. Densidade de gotas segundo a vazão.

Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF 2010), a densidade de gotas aconselhável para aplicação de herbicidas, é de 20 a 30 gotas cm^{-2} , portanto, a vazão de 60 L ha^{-1} está dentro do recomendado, já a de 170 L ha^{-1} esta bem acima. Uma densidade acima do recomendado, como é o caso da vazão de 170 L ha^{-1} , implica em uma aplicação com excesso de produto, que resulta em desperdícios, conseqüentemente aumento de custos.

Diâmetro mediano volumétrico (DMV)

Na vazão 60 L ha^{-1} , o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) variou entre 300 e 600 μm na primeira metade da área e de 600 a 900 μm na segunda metade. Para vazão 170 L ha^{-1} foi entre 600 a 900 μm para ambas as áreas, sendo uniforme a sua distribuição de gotas. (Figura 04).

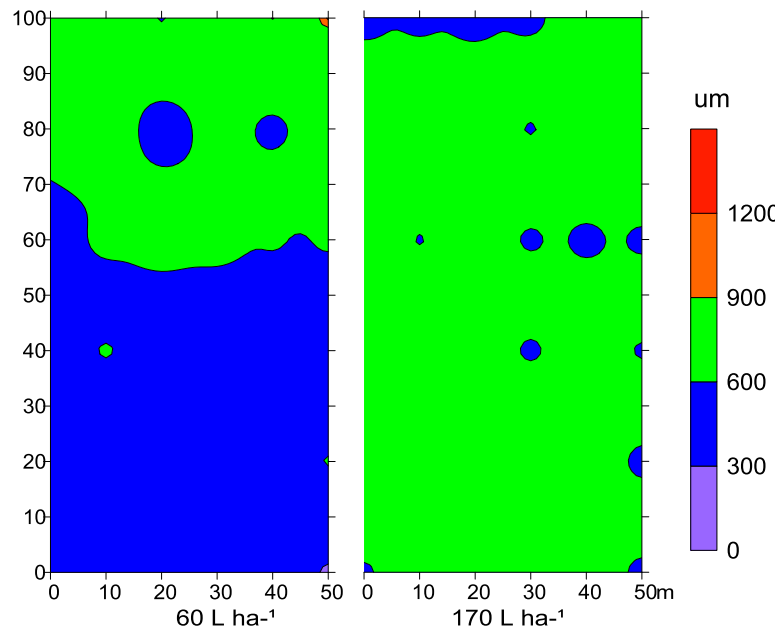


Figura 4. Diâmetro mediano volumétrico (DMV).

A desuniformidade do tamanho de gotas, ocorrido na vazão de 170 L ha^{-1} , foi que possivelmente o operador aumentou a velocidade e conseqüentemente a pressão, o que resultou na desuniformidade do tamanho de gotas na área.

Na vazão de 60 L ha^{-1} o tamanho de gotas produzidas é classificado como gotas médias e grades, segundo a ANDEF (2010). Esperavam-se apenas gotas médias, mas como a vazão real foi maior que a desejada, isto é justificado. Já na vazão de 170 L ha^{-1} as gotas são classificadas como grandes, o que também era esperado.

As gotas caracterizadas como grandes são menos arrastadas pela deriva e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo e menos deriva. Por outro

lado, proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm^2 , possui baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escoamento do produto nas folhas. Neste caso, para diminuir o tamanho das gotas, utilizar de um bico que aplique gotas menores nesta vazão.

Volume de calda

Segundo os resultados do software gotas, para a taxa de aplicação de 60 L ha^{-1} aplicou-se em quase toda a área 100 a 120 L ha^{-1} . Na taxa de aplicação de 170 L ha^{-1} inicialmente no lado esquerdo, aplicou-se de 210 a 240 L ha^{-1} e do lado direito 180 a 210 . A partir da metade da área, aproximadamente a taxa variou de 180 a 210 L ha^{-1} até 210 a 240 L ha^{-1} da faixa de aplicação. (Figura 5)

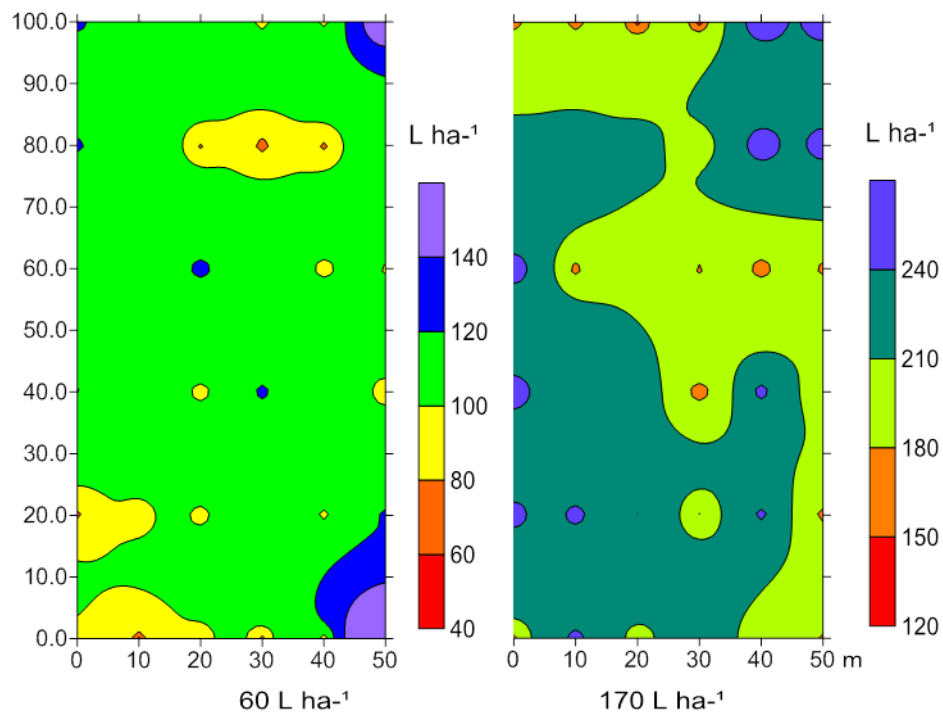


Figura 5. Volume da Calda.

Nos dois casos, vazão de 60 e 170 L ha^{-1} , pode-se observar que o volume real aplicado é maior que o desejado, este erro pode ser justificado por uma eventual desregulagem da máquina ou até mesmo uma regulagem e calibração incorreta da máquina pelo operador.

Pode-se observar também no mapa vazão de 170 L ha^{-1} que vazão aplicada em toda área foi desuniforme, provavelmente isto ocorreu devido ao sentido de direção do vento no momento da aplicação.

Conclusão

Verificou-se que a tecnologia de aplicação de defensivos de vazão 60 L ha^{-1} não foi tão eficiente comparada com o processo de aplicação de herbicida de forma convencional (vazão de 170 L ha^{-1}).

A vazão de 170 L ha^{-1} apresentou uma melhor cobertura do alvo, melhor densidade de gotas e gotas com tamanho mais uniforme. Já a vazão de 60 L ha^{-1} , apresentou menor cobertura do alvo, menor densidade de gotas e desuniformidade do tamanho de gotas, portanto a vazão de 170 L ha^{-1} foi mais eficiente neste experimento.

Para as duas faixas de aplicação, a quantidade real aplicada foi superior à desejada. O problema ocorreu mesmo tendo sido feito a calibração da vazão no início de cada aplicação. Gotas grandes geram desperdícios, contaminação do solo e principalmente o aumento dos custos operacionais, podendo causar diminuição da produção por não atingir corretamente o alvo desejado.

Referências

ANDEF(2010). Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. 2010.

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. R. Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 3, p. 130-142, jul/set., 2012.

CUNHA, J.P.A.R.; CARVALHO, W.P.A. Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa - MG, v.13, n.2, p.130-135, 2005.

EMBRAPA, **Agrotóxicos**
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/agrototoxicos.htm>. Acesso em: 12 marc. 2013.

FAGGION, F.; ANTUNIASSI, U. R. Desempenho de pontas de pulverização quanto a indução de ar nas gotas. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 72-82, 2010. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/91/59>>. Acesso em: 03 abr. 2014.

GANDOLFO, M. A. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas .2001. 101 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) -Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

PRASAD, R.; CADOGAN, B. L. Influence of droplet size and density on phytotoxicity of three herbicides. *Weed Technol.*, v.6, n.2,p.415 -423, 1992.

PIMENTEL, F. G.; GARCIA, G. H. **Estatística Aplicada a Experimentos Agronômicos e Florestais**. Piracicaba: Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 2002. 307 p.

ROMAN, E.S. **Tecnologia de aplicação de herbicida na dessecação de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 7 p.

SANTOS, J. M. F. Aspectos críticos na aplicação de defensivos agrícolas. In: XIII REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, **Anais**, Registro/SP, nov. 2005. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XIII%20RIFIB/santos.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

Recebido para publicação em: 12/05/2014

Aceito para publicação em: 06/10/2014