

# ENGENHARIA AGRÍCOLA

## DEPÓSITOS DE CALDA OBTIDOS COM A APLICAÇÃO AÉREA DE DEFENSIVOS NA CULTURA DA BANANA<sup>(1)</sup>

HERMES GERALDO CORRÊA<sup>(2,6)</sup>; SERGIO HUGO BENEZ<sup>(3)</sup>;  
RONALDO S. BERTON<sup>(4)</sup>; LUÍS ALBERTO SÁES<sup>(5)</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi contribuir para maior eficiência das aplicações aéreas de defensivos na cultura da banana, mediante o levantamento dos depósitos da faixa total de aplicação, e realizado no município de Registro, Região do Vale do Ribeira (SP). Utilizou-se um avião Ipanema modelo 201-A equipado com quatro "micronairs" AU 3000, aplicando 13,8 L.ha<sup>-1</sup> de calda contendo 3% de propiconazole em óleo de pulverização agrícola. Três vôos foram realizados em diferentes condições meteorológicas, sendo os depósitos de calda amostrados acima da cultura e no solo e por diferença obteve-se o depósito de calda retido pelas plantas. A análise desses depósitos, obtidos com espectrofotometria de absorção atômica, apresenta acima da cultura para o 1.º, 2.º e 3.º vôos, depósitos máximos nas faixas de aplicação de 12,5; 11,6 e 9,1 L.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Para as aplicações utilizaram-se gotas de diâmetros medianos volumétricos (Dmv) de 181, 219 e 275 micrômetros, recolhidas na faixa de vôo e acima da cultura, respectivamente, no 1.º, 2.º e 3.º vôos. Os depósitos máximos obtidos sobre as plantas foram de 9,1; 10,1 e 7,1 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para o 1.º, 2.º e 3.º vôos.

**Palavras-chave:** defensivos agrícolas, aplicação aérea, aviação agrícola, banana.

### ABSTRACT

#### SPRAY MIXTURE DEPOSITION FROM PESTICIDE AERIAL APPLICATION IN BANANA CROP

Aiming to improve the efficacy of pesticide aerial applications in banana crop, a survey of the deposits on the total line of an application was performed. The studies were carried out in Registro, State of São Paulo, Brazil, in the region named "Vale do Ribeira". An Ipanema agricultural aircraft, model 201-A, equipped with four micronairs AU 3000 was used to apply a dosage of 13.8 L.ha<sup>-1</sup>. As pesticide, propiconazole, a fungicide at 3% concentration, was mixed with spray oil. The spray mixture deposited was determined through the amount of copper oxichloride, which was added to mix via atomic absorption

---

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Ciências Agronômicas, Área de Concentração Energia na Agricultura/UNESP, Botucatu (SP). Apresentado no XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Poços de Caldas (MG), agosto de 1998. Recebido para publicação em 8 de outubro de 2002 e aceito em 12 de novembro de 2003.

<sup>(2)</sup> Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Engenharia e Automação (IAC), Caixa Postal 26, 13201-970 Jundiaí (SP). E-mail:hgcorrea@terra.com.br

<sup>(3)</sup> Departamento de Engenharia Rural – FCA/UNESP, Botucatu (SP).

<sup>(4)</sup> Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

<sup>(5)</sup> Pólo Regional do Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira, Caixa Postal 122, 11900-000 Pariquera-Açú (SP).

<sup>(6)</sup> Bolsista do CNPq.

spectrofotometry technique. Flights in three different meteorological conditions were carried out and the droplet samples taken above the plants and on the ground. The differences between those two deposit values were considered to be caught by the banana crop. The maximum deposits above plants in the first, second and third applications were respectively 12.5, 11.6 and 9.1 L.ha<sup>-1</sup>, while on the plants they reached 9.1; 10.1 and 7.1 L.ha<sup>-1</sup>. The droplet sampled above the crop in the first, second and third flights showed an average volume median diameter (Vmd) for the different positions relative to the line of flight of 181, 219 and 275 µm.

**Key words:** pesticides, aerial application, banana crop.

## 1. INTRODUÇÃO

A aplicação aérea de defensivos é uma ferramenta valiosa na agricultura, quando realizada dentro de critérios técnicos bem definidos. Em um país com dimensões continentais como o Brasil, com apenas 160 milhões de hectares atualmente explorados, de um total de 500 milhões de hectares agricultáveis, existe uma situação muito favorável à aviação agrícola, desde que utilizada com embasamento tecnológico, de modo que se harmonize com a preservação do ambiente.

Na cultura da banana, *Musa spp*, no Vale do Ribeira (SP), a aplicação aérea de defensivos está sendo tecnicamente mais recomendável, tanto em áreas de várzea como nas de meia encosta da serra, a menos que haja restrições topográficas na área (CORRÊA, 1997).

Atualmente, são usados três processos diferentes para a aplicação de defensivos agrícolas nos bananais. O mais antigo e tradicional utiliza pulverizadores pneumáticos costais, também conhecidos como motorizados costais. Outro processo utiliza pulverizadores do tipo canhão, acionados por tratores. Esses dois processos oferecem uma série de limitações operacionais, devido a problemas de topografia, condição de solo e insalubridade operacional. A aplicação aérea é, operacionalmente, o processo que se tem mostrado mais eficiente para o tratamento de bananais na Região do Vale do Ribeira. Anualmente, a aviação agrícola pulveriza nessa região cerca de 1,8 milhões de litros de óleo e 35 toneladas de fungicidas em 23.750 ha de bananais, representando 60% a 80% da área ali cultivada com banana.

Segundo PIMENTEL et al. (1993), seria possível reduzir em 50% o consumo de defensivos com a racionalização do seu uso. Para atingir esse objetivo tem-se recomendado em larga escala o monitoramento do tratamento fitossanitário, o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e bem ajustados para a aplicação dos defensivos.

SALYANI e WHITNEY (1988) ressaltam que na investigação da eficiência das técnicas e dos equipamentos aplicadores de defensivos, quase todos os pesquisadores precisam utilizar algum método

qualitativo ou quantitativo de avaliação. Os métodos utilizados podem estar fundamentados no julgamento visual, em medições ópticas ou em análises químicas.

O raciocínio induz a que se calcule o volume depositado por meio do diâmetro das gotas e sua densidade na superfície de coleta, mas SAUNDERS et al. (1976) mostraram que a determinação dos depósitos com base na análise das gotas amostradas, tem-se constituído em procedimento anacrônico, impreciso, portanto errôneo e metodologicamente ultrapassado.

Na década de 60, já havia métodos adequados, para análise dos fatores relacionados com a aplicação aérea e terrestre dos defensivos agrícolas e a deriva resultante (YATES, 1962). AKESSON e YATES (1964) analisaram o comportamento de diversas formulações de defensivos e uma variedade de técnicas e substâncias traçantes foram investigadas com o propósito de determinar os depósitos dos defensivos.,

Para otimizar as aplicações aeroagrícolas de defensivos, deve-se analisar o coeficiente de variação dos depósitos sobrepostos. Para isso é preciso obter a faixa total de aplicação (ABNT, 1988), também conhecida como perfil básico da deposição, conforme preconiza a norma ASAE - American Society of Agricultural Engineers S386.2 (ASAE, 1995). Considera-se a faixa total de aplicação um parâmetro básico do planejamento operacional eficiente da aplicação aérea, quando se procede a sobreposição das faixas. Os depósitos dessa faixa devem ser obtidos em condições operacionais bem caracterizadas do avião agrícola.

Em nosso meio faltam estudos específicos para a aplicação aérea de defensivos na maioria das culturas, inclusive banana. O conhecimento da quantidade de produto que efetivamente ficou depositada no alvo é importante para determinar o percentual da recuperação (ABNT, 1988), e revela a eficiência da aplicação. Com os depósitos da faixa total e uso de um programa adequado de computador, pode-se obter o coeficiente de variação (CV) das sobreposições simuladas nessa faixa e estimar a recuperação com faixas operacionais computadas (CORRÊA, 1997).

Na opinião de PARKIN et al. (1983), essa análise é fundamental para o embasamento técnico e econômico das aplicações aéreas de defensivos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de obter dados quantitativos das faixas totais da aplicação aérea de defensivos com diferentes velocidades de vento na cultura da banana, utilizando-se de traçadores químicos para avaliar os depósitos. Até o momento tem-se usado muito o método já condenado por SAUNDERS et al. (1976) da densidade de gotas amostradas como critério de análise das deposições realizadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental constituiu-se de um talhão com 9,2 ha da cultura da banana *Musa chinensis*, Sweet, cultivar nanicão. As plantas com espaçamento de 3,6 x 3,6 m apresentaram bom desenvolvimento e altura média de 5,3 m. Na área experimental demarcaram-se três faixas de amostragem com 120 m, perpendiculares à linha de vôo, e espaçadas de 50 m. A linha de vôo, considerada como linha básica da aplicação e origem para cômputo da largura das faixas, foi posicionada no centro das faixas de amostragem. Os dados foram amostrados a cada 2 m, até 36 m à direita e esquerda da linha de vôo, e depois a 4 e a cada 5 m até a extremidade das faixas de amostragem. Depósitos em posições intermediárias desses espaçamentos maiores (quando necessários) são calculados por interpolação de médias. Acima da cultura, a 5,6 m do solo, foram realizadas amostragens dos depósitos de calda em fitas de papel apoiadas em chapas de fibra celulósica. Para amostragem dos depósitos no solo, foram colocadas fitas contínuas de papel. A amostragem das gotas do experimento foi realizada com cartões "kromekote" acima das plantas e também no solo, nas posições correspondentes.

A calda aplicada continha 3,0% de propiconazole em óleo de pulverização agrícola. A determinação dos depósitos da calda foi realizada, utilizando-se como traçante, o oxicleto de cobre na proporção 2,10 gramas de cobre metálico por litro de calda. Adicionou-se à calda, 0,60% v/v de um corante vermelho e oleoso (*oil red*) para permitir a visualização das gotas nos cartões "kromekote". Essa amostragem foi processada em laboratório, obtendo-se o diâmetro mediano volumétrico (Dmv).

No experimento utilizou-se um avião Ipanema modelo 201-A, equipado com quatro "micronairs" AU 3000, regulados para uma velocidade operacional da aeronave de 49,2 m.s<sup>-1</sup>, com vazão total de 81,4 L.min<sup>-1</sup>, devendo portanto aplicar 13,8 L.ha<sup>-1</sup>, considerando

faixas operacionais de 20 metros. Três vôos foram realizados com a velocidade do vento, respectivamente, de 0,4; 1,2 e 2,0 m.s<sup>-1</sup>. A direção dos ventos na área de amostragem foi da esquerda para a direita da linha de vôo e apresentaram um desvio mínimo da perpendicular a essa linha. A linha de "tiro" do avião marcou a posição zero metro na faixa. A temperatura do ar e sua umidade relativa nos três vôos, permaneceram estáveis (temperaturas entre 28 e 29 °C e umidade relativa de 70%). Os depósitos de calda foram determinados pela análise do cobre com espectrofotometria de absorção atômica. Os depósitos colhidos no solo foram subtraídos dos depósitos de calda contidos acima da cultura, obtendo-se dessa forma a calda retida pela cultura.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As gotas amostradas acima da cultura, na 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> aplicações, apresentaram, respectivamente, Dmv(s) de 181, 219 e 275 micrômetros e na amostragem realizada no solo obteve-se, respectivamente, Dmv(s) de 171, 236 e 238 micrômetros.

A análise das gotas utilizadas permite estabelecer previsões e deduções físicas e biológicas sobre o comportamento da pulverização, mas como já foi apontado em trabalhos de SAUNDERS et al. (1976) e CORRÊA et al. (1992), ela não é confiável para cálculos de volume. QUANTICK (1985) também corrobora expressando que o método apresenta baixa precisão, além de consumir muito tempo e requerer instrumentação dispendiosa. Outro aspecto a ser ressaltado neste trabalho, é que o fator de espalhamento tem valores variando entre 5 e 7 unidades. Esse fato significa que uma gota aplicada, após depositar-se poderá apresentar um diâmetro aumentado em 5 a 7 vezes sobre uma superfície como a do papel kromecote; portanto, quando se usa quantidades operacionalmente viáveis do corante, ela certamente perderá a definição de contorno dificultando sua visualização e necessita medição do seu diâmetro. Assim, qualquer cálculo que use essa variável será impreciso, principalmente em se tratando da determinação do volume da gota, uma função cúbica do seu diâmetro.

A tabela 1 apresenta o resultado dos depósitos recolhidos acima da cultura, os obtidos na cultura e no solo, para a 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> aplicações. De maior interesse nessa tabela, são os depósitos colocados sobre as plantas porque representam o defensivo que efetivamente atingiu o "alvo" da aplicação. Um planejamento técnico bem fundamentado da aplicação concorre para reduzir as perdas do defensivos, aumentando assim a eficiência da operação.

Considerando as três aplicações os erros foram em média de 23,5% do valor dos dados apresentados (Tabela 1). Para uma faixa limitada de 40 m, a começar em local próximo da linha de aplicação, onde surgem os primeiros depósitos expressivos, os erros alcançaram em média 21,3% do valor dos dados. Em faixa de 16 m, bastante utilizada na aplicação aérea de defensivos e marcada como no caso anterior, esses erros reduziram-se em média a 12,9% do valor dos depósitos obtidos. Observou-se ainda, que esses desvios, em relação à média, mostraram-se maiores com o aumento da velocidade do vento; assim, para uma faixa de aplicação de 16 m e vento de 0,4 m.s<sup>-1</sup>, representam, em média, 11,5% do valor dos dados obtidos. Para essa mesma faixa e ventos de 1,2 e 2,0 m.s<sup>-1</sup> atingiram, respectivamente, 11,7% e 13,4% do valor dos depósitos.

A figura 1 apresenta os depósitos da calda com diferentes velocidades de vento, obtidos acima da cultura (A), aqueles verificados sobre as plantas (B) e os que se perderam no solo (C), para a 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> aplicações. Visualmente, observam-se os deslocamentos dos depósitos da calda para sotavento, com o aumento da velocidade do vento.

REICHARD et al. (1992) argumentaram sobre a dificuldade de obter nos experimentos de pulverização em campo, repetições nas mesmas condições, porque as variáveis meteorológicas estão sujeitas à contínua modificação. Para contornar essa dificuldade e apresentar resultados com grau de confiança aceitável, deve-se aumentar o número das amostras, razão pela qual neste experimento utilizou-se amostragem tripla em cada aplicação.

A distância entre tais amostragens transversais deve ser apropriada a uma amostra representativa da aplicação; se for muito pequena, por exemplo, 10 m proporcionará uma amostragem insatisfatória para esse tipo de experimento. Nessas condições, se prestará antes para informar o grau de precisão do método empregado.

Uma amostragem realizada em linhas transversais espaçadas de 50 metros, como a empregada neste experimento, espelha melhor em termos médios os resultados obtidos na área, mas pode também conter algumas inferências que precisam ser analisadas. Por exemplo, o depósito 2,6 L.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), obtido acima da cultura na 1.<sup>a</sup> aplicação e que se encontra registrado em -6 m (obtido a 6 metros a esquerda da linha de vôo), é resultante da média das amostragens 0,1, 1,1 e 6,6 L.ha<sup>-1</sup>. Esses dados localizam-se em uma posição de transição de depósitos elevados para um nível de depósitos muito baixos, como podem ser visualizados na Figura 1 (A), na posição -6 m da curva de depósitos acima da cultura. Essas variações

acentuadas dos depósitos em determinados pontos de amostragem podem ser o reflexo de pequenas alterações na velocidade do vento durante a aplicação, de modo que foram afetados naquele local de amostragem os depósitos em cada uma das linhas, causando diferenças significativas entre os valores das amostras recolhidas.

A própria turbulência do ar, gerada com a passagem da aeronave, pode também resultar nessas diferenças. No dado em consideração verificou-se um erro de  $\pm 2,0$  L.ha<sup>-1</sup>, o que representa 77% do valor médio da amostra.

As condições meteorológicas, especialmente a velocidade do vento, alteram-se continuamente de um instante para outro; assim existem dificuldades para operar em condições predefinidas nos experimentos de campo. Todavia, procurou-se trabalhar com valores estáveis da temperatura e umidade relativa do ar, tomando o vento como variável.

No processamento das amostras, observou-se a inexistência de depósitos de calda a barlavento além da distância de 12 metros da linha de vôo da aeronave. Por segurança, os dados foram computados a partir da distância de 20 metros a esquerda da linha de vôo.

Pela tabela 1, à medida que aumentou a velocidade do vento de 0,4 para 2,0 metros por segundo, o somatório ( $\Sigma$ ) dos depósitos recuperados acima da cultura, reduziu de 108,9 para 88,1  $\Sigma$ L.ha<sup>-1</sup>.

O somatório dos depósitos sobre as plantas e no solo também mostraram comportamento semelhante, diminuindo, respectivamente, de 74,0 para 67,8 e de 34,9 para 20,3  $\Sigma$ L.ha<sup>-1</sup>. É preciso considerar o significado dessa unidade referencial,  $\Sigma$ L.ha<sup>-1</sup>, que expressa a soma dos depósitos de calda recuperados nos locais de amostragem, e que não é expressão real dos depósitos na área. Não se pode afirmar que houve o depósito de 108,9 L.ha<sup>-1</sup> nas amostras recolhidas acima da cultura na 1.<sup>a</sup> aplicação, quando a taxa de aplicação empregada no experimento foi de 13,8 L.ha<sup>-1</sup>. Todavia, esse somatório é útil para análises comparativas das faixas e permite mostrar que com a maior velocidade do vento ocorreu melhor aproveitamento da pulverização, conforme se observa na última linha da tabela 1, pelo aumento da porcentagem de retenção do somatório dos depósitos nas plantas (67,9; 72,1 e 76,9%) apesar da redução verificada nos valores desses somatórios (74,0; 68,4 e 67,8  $\Sigma$ L.ha<sup>-1</sup>).

Na tabela 1, observa-se na 1.<sup>a</sup> aplicação um depósito de 12,5 L.ha<sup>-1</sup> de calda como o maior depósito localizado no centro do vôo da aeronave. Equivale a um depósito de 93,7 g de propiconazole por hectare, considerando a existência de 7,5 g de propiconazole por litro de calda oleosa (ANDREI, 1990).

**Tabela 1.** Depósitos de calda acima da cultura, sobre as plantas e no solo na 1ª, 2ª e 3ª aplicações de defensivos, com velocidade do vento respectivamente de 0,4 1,2 e 2,0 m.s<sup>-1</sup>. Registro, SP. 1993

Distância	Depósito de calda								
	Acima da cultura			Sobre a planta			No solo		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
m	L.ha <sup>-1</sup>								
-20	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-18	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
-16	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
-14	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
-12	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
-10	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
-8	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
-6	2,6	0,3	0,1	2,6	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0
-4	9,6	0,4	0,1	8,8	0,1	0,1	0,8	0,3	0,0
-2	8,2	7,3	0,2	4,6	6,5	0,1	3,6	0,8	0,1
0	12,5	11,4	3,4	7,0	10,1	2,5	5,5	1,3	0,9
2	12,1	10,4	9,1	9,1	7,2	7,1	3,0	3,2	2,0
4	8,7	11,6	8,7	6,0	8,6	5,8	2,7	3,0	2,9
6	11,2	9,1	7,9	8,9	7,7	5,8	2,3	1,4	2,1
8	10,0	6,8	8,4	7,0	4,8	5,9	3,0	2,0	2,5
10	9,0	5,2	7,6	6,1	3,5	6,9	2,9	1,7	0,7
12	4,6	4,8	8,0	2,2	2,0	6,5	2,4	2,8	1,5
14	2,3	4,4	6,8	0,6	2,3	6,5	1,7	2,1	0,3
16	2,4	3,5	6,3	1,5	1,6	4,4	0,9	1,9	1,9
18	2,0	3,6	4,6	1,3	2,1	3,8	0,7	1,5	0,8
20	2,3	2,7	3,3	1,4	1,8	2,8	0,9	0,9	0,5
22	1,9	2,2	2,2	0,9	1,7	0,8	1,0	0,5	1,4
24	1,7	1,5	1,7	1,0	1,1	0,9	0,7	0,4	0,8
26	2,1	1,3	1,8	1,2	1,0	1,5	0,9	0,3	0,3
28	1,5	1,4	1,4	0,9	1,2	1,1	0,6	0,2	0,3
30	1,1	1,2	1,2	0,9	1,0	1,0	0,2	0,2	0,2
32	1,1	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,3	0,2	0,1
34	0,3	0,9	0,7	0,2	0,6	0,5	0,1	0,3	0,2
36	0,5	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,1
40	0,3	0,6	0,5	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
45	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3	0,5	0,0	0,1	0,0
50	0,2	1,0	0,5	0,0	0,8	0,4	0,2	0,2	0,1
55	0,1	0,7	0,5	0,0	0,5	0,4	0,1	0,2	0,1
60	0,0	0,6	0,4	0,0	0,5	0,3	0,0	0,1	0,1
Soma	108,9	94,8	88,1	74,0	68,4	67,8	34,9	26,4	20,3
% do Total	100,0	100,0	100,0	67,9	72,1	76,9	32,0	27,8	23,1

O equipamento foi regulado para aplicar 13,8 L.ha<sup>-1</sup> de calda oleosa, mas perdas diversas e o alongamento da faixa além dos limites de 20 m estabelecidos para a faixa de aplicação, contribuem para redução desse patamar. Aplicando-se esse volume por hectare, equivale a uma dose de 103,5 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo do fungicida, ou seja, a dose atualmente recomendada (ANDREI, 1990) para o controle do mal-de-sigatoga (*Mycosphaerella musicola* Leach).

Na tabela 1, a sotavento e à distância de 60 m da linha de "tiro" na 1ª aplicação, o depósito acima da cultura foi pequeno e não detectado pelo método empregado. Sobre as plantas só foram detectados depósitos de calda até à distância de 45 m da linha de aplicação. Nesse ponto, o depósito obtido foi de 0,2 L.ha<sup>-1</sup>, o que representa 2,2% da quantidade depositada sob a linha de vôo, e corresponde a 1,5 g.ha<sup>-1</sup> de propiconazole.

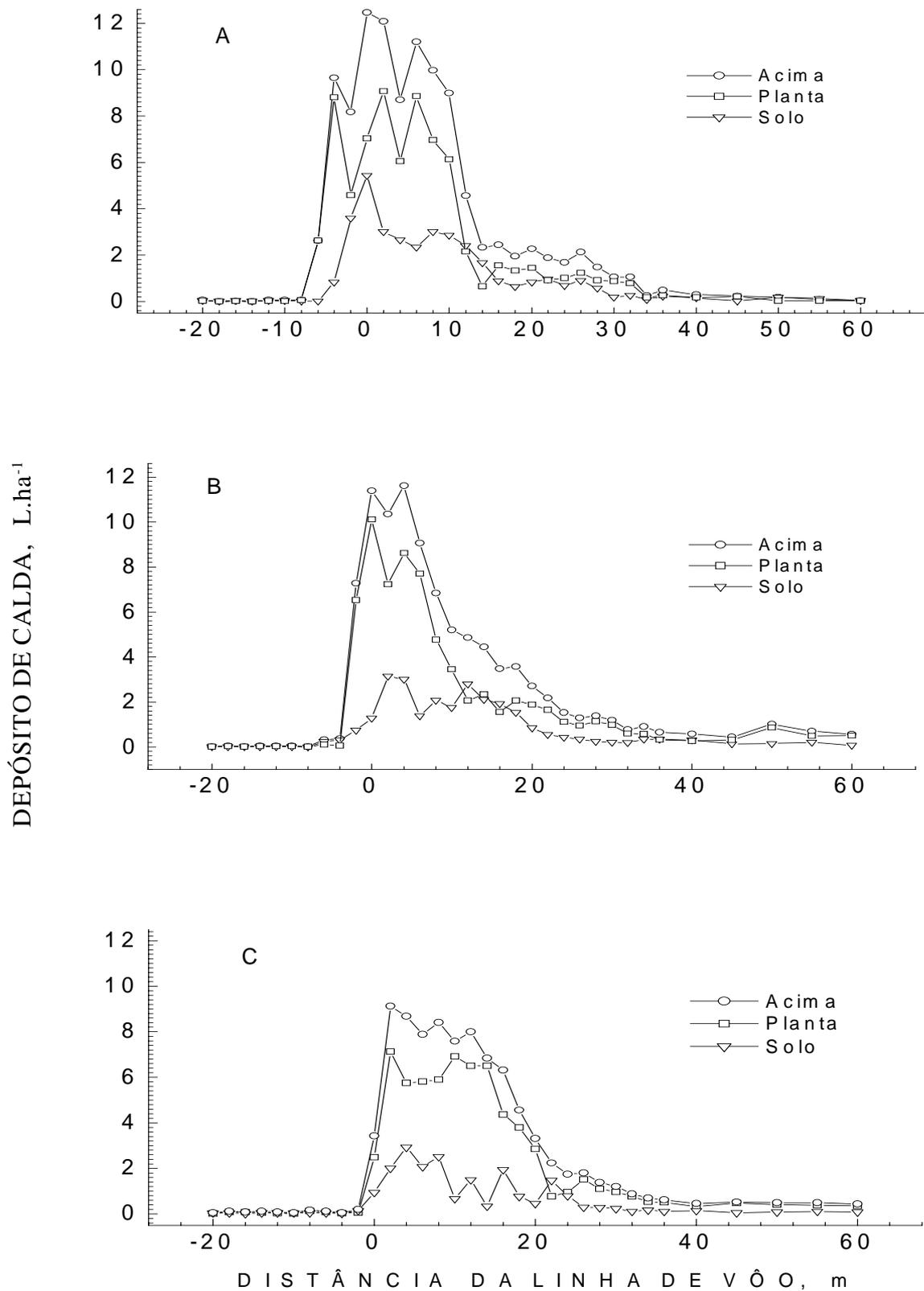


Figura 1. Depósitos de calda (L.ha<sup>-1</sup>) acima da cultura, nas plantas e no solo: A – 1ª aplicação, vel. do vento: 0,4 m.s<sup>-1</sup>; B – 2ª aplicação, vel. do vento: 1,2 m.s<sup>-1</sup>; C – 3ª aplicação, vel. do vento: 2,0 m.s<sup>-1</sup>.

Na 2.<sup>a</sup> aplicação, o maior depósito de calda obtido acima da cultura, corresponde a 11,6 L.ha<sup>-1</sup>, com um deslocamento de 4 metros à direita da linha de vôo devido ao vento (Tabela 1). Esse depósito equivale à aplicação de 87,0 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo do propiconazole. Verifica-se ainda que, acima da cultura, a sotavento e a 60 metros do local de origem, foram recolhidos 0,6 L.ha<sup>-1</sup> de calda, depósito 19 vezes inferior ao máximo obtido acima da cultura, o que corresponde a 5,2%. Nessas condições, a calda oleosa ainda deposita 4,5 g.ha<sup>-1</sup> de propiconazole.

O depósito de calda nas plantas na 2.<sup>a</sup> aplicação, obtidos à distância de 60 metros no mesmo sentido, foi de 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, 20 vezes inferior ao depósito máximo obtido sobre as plantas nessa aplicação, e representa 4,9% do depósito máximo de calda. Esse volume de 0,5 L.ha<sup>-1</sup> representa 3,75 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo do fungicida.

Essa aplicação apresentou sobre as plantas um aumento expressivo do arraste das gotas pulverizadas em relação à primeira. Os depósitos maiores de calda à distância de 60 metros, devem ser atribuídos à maior velocidade do vento (1,2 m.s<sup>-1</sup>).

Na tabela 1, os depósitos da 2.<sup>a</sup> aplicação que atingiram o solo na extremidade da faixa são pequenos (0,1 L.ha<sup>-1</sup>) iguais aos obtidos a 55 m na 1.<sup>a</sup> aplicação. Portanto, pode-se observar que, aumentando a velocidade do vento há um deslocamento da pulverização, o que favorece o depósito de calda sobre as plantas, reduzindo as perdas no solo, de acordo com o que foi ressaltado por PICOT et al. (1993).

Esse fato é compreensível considerando que o vento, de acordo com sua intensidade, deslocou as gotas no sentido horizontal, à medida que caíam em direção ao solo.

A tabela 1 mostra na última linha que o aumento da velocidade do vento de 0,4 a 2,0 m.s<sup>-1</sup>, determinou uma redução das perdas no solo de 32,0 para 23,1% dos depósitos recuperados acima das plantas.

Na 3.<sup>a</sup> aplicação, o maior depósito de calda da amostragem realizada acima da cultura foi de 9,1 L.ha<sup>-1</sup> e está localizado 2 m à direita da linha de vôo. Para esse volume de calda a quantidade correspondente de ingrediente ativo do propiconazole depositada é de 68,3 g.ha<sup>-1</sup>.

Observa-se, ainda, nas amostragens da 3.<sup>a</sup> aplicação, realizadas acima da cultura e nos depósitos de calda obtidos nas plantas, um arraste desses depósitos como decorrência da maior velocidade do vento nessa aplicação (Tabela 1).

#### 4. CONCLUSÕES

1. O trabalho demonstrou a exequibilidade do uso das análises químicas do traçante adicionado à calda, para obter a faixa total da aplicação aérea de defensivos.

2. Nas condições do experimento, o vento deslocou os depósitos da calda, com redução da perda no solo.

3. Com a técnica utilizada e vento cruzado na velocidade de 0,4 m.s<sup>-1</sup>, não foram detectados depósitos de calda acima da cultura, sobre as plantas e no solo a 60 metros da linha básica da aplicação, no sentido do deslocamento do vento. Na distância citada com ventos de 1,2 e 2,0 m.s<sup>-1</sup>, verificou-se deslocamento das gotas que proporcionaram depósitos de 0,4 e 0,6 L.ha<sup>-1</sup> acima da cultura respectivamente.

#### REFERÊNCIAS

- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aplicação de defensivos agrícolas** - Terminologia: NBR 12541. Rio de Janeiro, 1988. 4p.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Calibration and distribution pattern testing of agricultural aerial application equipment**. American Society of Agricultural Engineers Standards, 1995. p.229-232. (S386.2)
- AKESSON, N.B.; YATES, W.E. Problems relating to application of agricultural chemicals and resulting drift residues. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.9, p.285-318, 1964.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 3.ed. São Paulo: Andrei Editora, 1990. 478p.
- CORRÊA, H.G.; MESSIAS, C.L.; CARVALHO, J.B.H.; BATAGLIA, O.C. Pulverização aérea para aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Metschn) em cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Campinas, v.12, p.43-65, 1992.
- CORRÊA, H.G. **Otimização da aplicação aérea de defensivos na cultura da banana, com a utilização da espectrofotometria de absorção atômica**. 1997. 123f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – FCA-UNESP, Botucatu.
- PARKIN, C.S.; WYATT, J.; COURSHÉE, R. J. Economic evaluation of the aerial application of cereal herbicides. **European Plant Protection Organization Bulletin**, Budapest, v.13, p.405-411, 1983.
- PICOT, J.J.C.; KRISTMANSON, D.D.; MCKLE, R.E.; DICKSON, R.B.B.; RILEY, C.M.; WIESNER, C.J. Measurements of foliar and ground deposits in forestry aerial spraying. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.36, p.1013-1024, 1993.

PIMENTEL, D.; MACLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; KLEINMEN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.J.; GRAAP, E.; KEETON, W.S.; SELIG, G. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.46, p.273-288, 1993.

QUANTICK, H.R. **Aviation in crop protection, pollution and insect control**. London: William Collins, 1985. 428p.

REICHARD, D.L.; ZHU, H.; FOX, R.D.; BRAZEE, R.D. Computer simulation of variables that influence spray drift. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.35, p.1401-1407, 1992.

SALYANI, M.; WHITNEY, J. D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.31, p.390-395, 1988.

SAUNDERS, W.J.; TATE, R.W.; WARE, G.W. Analyses of aerial sprays from conventional and drift-reduction nozzles. In: ANUAL MEETING AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1976. Saint Joseph: Lincoln, 1976. 13p. (Paper number 76-1062)

YATES, W.E. Spray pattern analysis and evaluation of deposits from agricultural aircraft. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.5, p.49-53, 1962.