



## PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE GOTAS COM DIÂMETRO UNIFORME (1)

HERMES GERALDO CORRÊA e JOSÉ DE HELD, *Seção de Máquinas de Implantação de Culturas e Aplicadoras de Defensivos, Instituto Agrônomo*

### RESUMO

A execução da pesquisa com frequência requer o desenvolvimento de aparelhagem específica. Para estudo dos parâmetros das populações de gotas produzidas por pulverizadores é necessário conhecer o fator de espalhamento de diversas formulações sobre superfícies de amostragem (papel kromekote, melamina (fórmica), vidro etc.). Essa determinação requer aparelhagem geradora de gotas com diâmetro uniforme. Com este objetivo principal, realizou-se o presente trabalho. Além de sua utilização para investigar o comportamento físico da pulverização, o aparelho poderá ter outras aplicações no campo da biologia, como a distribuição uniforme de esporos em dose determinada sobre superfícies vegetais, permitindo, também, observações sobre o efeito tóxico de determinadas doses de defensivos sobre vegetais e animais. O aparelho produziu gotas com diâmetro que, em média, apresentaram coeficiente de variação de 2,36%. O fator de espalhamento para solução aquosa de rodamina a 0,2% sobre papel kromekote apresentou a variação de 1,32 a 1,71 quando se usaram, respectivamente, gotas entre 98 e 325 micra. Para Malathion a 96% de princípio ativo, sobre papel kromekote, as gotículas apresentaram fatores de espalhamento variando de 4,09 a 5,18 quando se utilizaram gotas entre 80 e 217 micra. A melamina branca (fórmica) apresentou menores variações nesse fator quando lhe foi aplicado o Malathion.

### 1. INTRODUÇÃO

Na aplicação de defensivos, numerosos são os trabalhos demonstrando a estreita relação do tamanho, uniformidade e distribuição das gotículas, com os resultados da operação (2, 8, 9, 11, 18, 22, 26).

Visando controlar melhor a deriva dos defensivos aplicados, para maior eficiência da operação, esforços têm sido feitos no sentido de desenvolver aparelhagem precisa para produção de espectros de gotículas mais homogêneos (3, 4, 21, 22).

(1) Recebido para publicação a 17 de março de 1980.

Em laboratório, grande número de pesquisas relacionadas com a aplicação de defensivos requer a utilização de gotículas com diâmetro uniforme.

Para esse fim já foram projetados e desenvolvidos diversos aparelhos; entre eles, relacionam-se microburetas (5, 8, 12), discos rotativos (15, 24), agulhas vibratórias (6, 7, 13, 14, 19, 25) e outros processos originais (1, 20, 23).

Entre os aparelhos relacionados, os pulverizadores centrífugos, também conhecidos como de discos rotativos, são de simples construção e apresentam ainda a vantagem de produção de maior fluxo de gotas que se distribuem ao acaso sobre a superfície de amostragem.

HOUGHTON (10), em estudo realizado sobre os vários sistemas de pulverização, afirma ter encontrado nos discos rotativos, dispersão no tamanho de gotas similar à produzida pelos bicos de pulverização, apesar de que nos aparelhos melhorados existe uma tendência para a concentração dos diâmetros em torno de um valor médio.

Um inconveniente na geração de gotas isoladas com diâmetro homogêneo, é a presença de gotículas satélites. MAY (16) desenvolveu aparelhagem na qual prevê a remoção delas. Entretanto, essa aparelhagem requer construção laboriosa e cuidados especiais, que dificultam sua operação e desempenho.

Este trabalho foi realizado com a finalidade de obter em laboratório gotas uniformes, através de técnicas simples. São apresentados, ainda, exemplos de sua aplicação na deter-

minação do fator de espalhamento de líquidos.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### Descrição do aparelho

Basicamente, o aparelho consiste em um motor de corrente contínua para 12 volts, consumindo 0,8 ampère de corrente, utilizado em limpadores de pára-brisas de veículos automotriz, ao qual foi adaptado um disco de náilon polido de 9cm de diâmetro e de bordas serrilhadas (Fig. 1).

O disco está situado dentro de uma cápsula cônica invertida, com uma abertura lateral para projeção das gotas. Essa cápsula, além de evitar o arremesso de gotículas em todas as direções, favorece a eliminação das gotas satélites, que são succionadas por um aspirador ligado à base da cápsula.

O espectro de gotas gerado por esse aparelho tem certa amplitude, mas como as gotas são arremessadas a diferentes distâncias, segundo o seu tamanho, é possível selecionar aquelas de interesse por meio da amostragem a determinada distância da fonte geradora.

Essa aparelhagem está montada sobre uma plataforma com abertura retangular de 10 x 90cm, em frente à abertura lateral da cápsula.

### Material de amostragem

- Papel kromekote, fabricado pela Intermills — Bélgica;
- Lâminas de melamina, cor branca (fórmica), fabricadas pela Westinghouse;
- Lâminas de vidro, para microscopia, recobertas com óxido de magnésio.

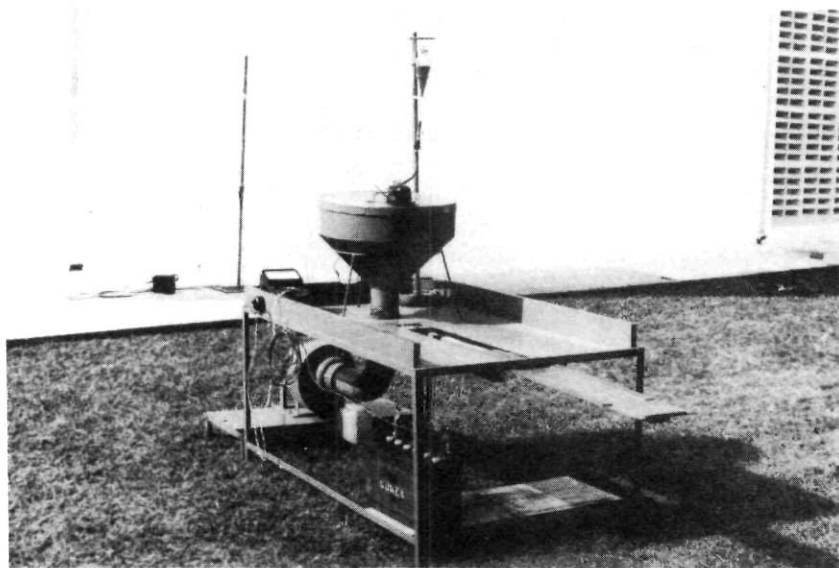


Figura 1. — Aparelho gerador de gotas

### Produtos pulverizados

- Água destilada contendo 0,2% de rodamina B;
- Malathion a 96% de princípio ativo, colorido com 0,2% de rodamina.

### Método de amostragem

Com chapas de papelão, fecha-se a abertura retangular da plataforma, deixando nela apenas uma fresta transversal a distância apropriada para recolher as gotas de diâmetro desejado. As gotas, depois de passarem por essa abertura, são recolhidas no material de amostragem assentado sobre uma chapa deslocável, montada na parte inferior da plataforma (Fig. 2).

As gotas homogêneas produzidas pelo aparelho também podem ser recolhidas diretamente sobre folhas ou mesmo plantas em vaso, desde que a lâmina deslocável seja retirada e as folhas ou os vasos movimentados sob a abertura para receber a cobertura desejada.

### Método de determinação do fator de espalhamento

Esse gerador de gotas foi experimentalmente utilizado na determinação do fator de espalhamento de gotículas aquosas de diversos diâmetros sobre o papel kromekote.

A determinação do diâmetro real das gotas foi feita com a técnica desenvolvida por MAY (17).

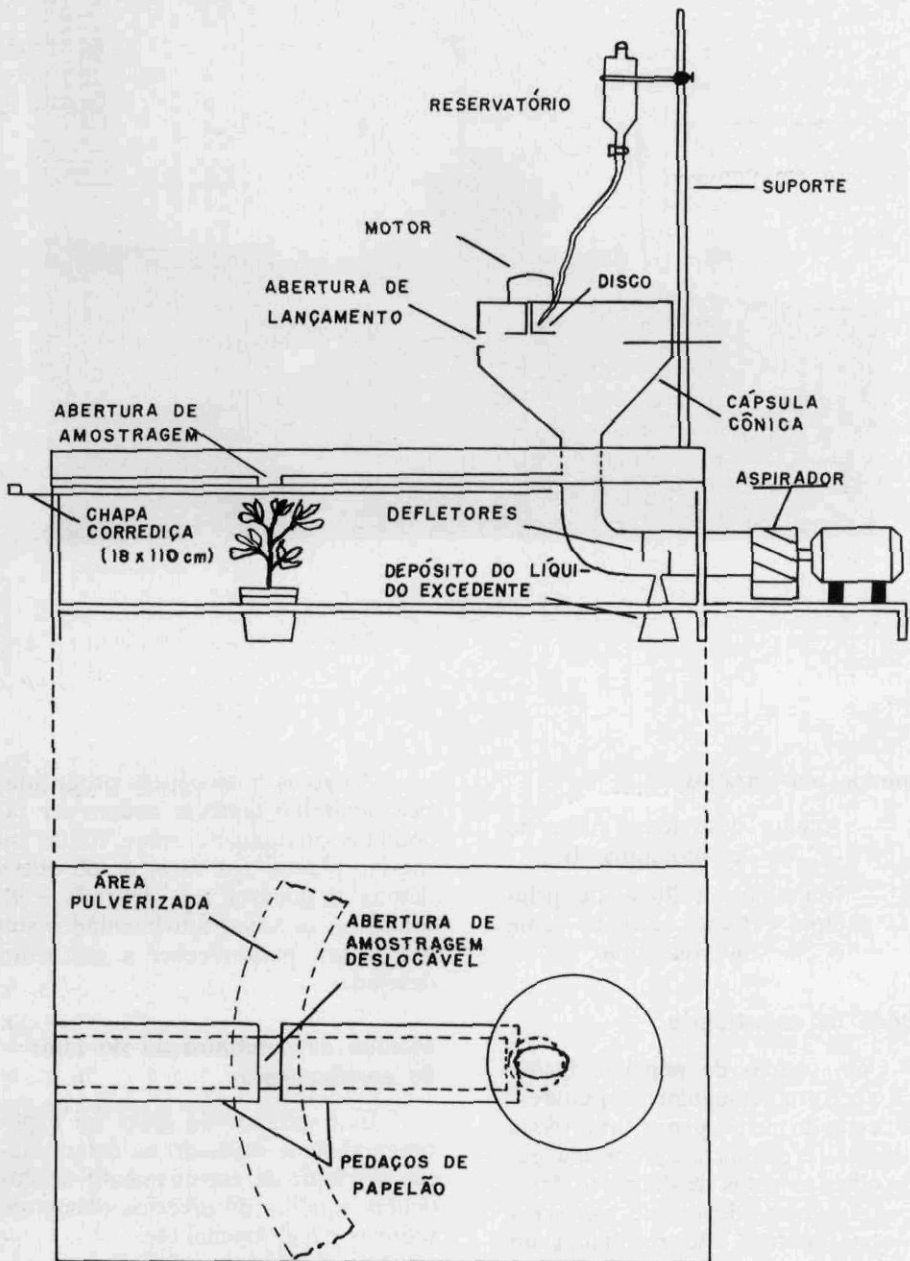


Figura 2. — Unidade piloto geradora de gotículas para estudo

Foi adicionado à água 0,2% de rodamina B, para permitir a visualização e mensuração das gotículas. A vazão estava regulada em 2ml/min.

As gotas geradas foram amostradas simultaneamente em papel kromekote e em lâminas de vidro para microscopia, recobertas com óxido de magnésio.

As duas superfícies de amostragem foram colocadas justapostas em chapa deslocável.

No processamento contavam-se 50 gotas de cada superfície, sendo os diâmetros das gotas amostradas em óxido de magnésio corrigidos pelo fator 0,86, de acordo com MAY (17).

Foram realizadas amostragens de diversos tamanhos de gotas para cálculo do seu fator de espalhamento.

Outro ensaio foi realizado para determinação do fator de espalhamento do Malathion com 96% de princípio ativo, tendo-se empregado para amostragem lâminas de melamina branca (fórmica), papel kromekote e lâminas de vidro recobertas com óxido de magnésio.

A preparação do material e a técnica utilizada foram as mesmas empregadas na determinação do fator de espalhamento da água e rodamina, sendo, entretanto, neste ensaio amostradas as três lâminas justapostas (kromekote, óxido de magnésio e fórmica).

Os tratamentos foram repetidos quatro vezes.

Foram utilizadas gotículas de diâmetros diversos, sendo essas variações obtidas com alterações da velocidade angular do disco e da distância de coleta de amostras na plataforma.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro das gotas produzidas nos pulverizadores de discos rotativos é regido pela fórmula de WALTON (in 24):

$$d = k/w(T/Dp)^{1/2}$$

onde:

$d$  = diâmetro da gotícula em cm;

$k$  = coeficiente próprio de cada aparelho e condição de operação, razoavelmente constante;

$w$  = velocidade angular do disco em rad/s;

$T$  = tensão superficial do líquido pulverizado em dina/cm;

$D$  = diâmetro do disco em cm;

$p$  = peso específico do líquido em g/cm<sup>3</sup>.

O aparelho em estudo apresentou, nos testes, valores de  $k$  que oscilaram entre 2,1 e 2,4.

A velocidade angular do disco é função da tensão de alimentação do motor. A figura 3 mostra essa variação (curva a).

Com a variação da velocidade angular, obteve-se, neste protótipo, produção de gotas que variaram de 80 a 350 micra, que é a faixa de maior interesse para a pulverização agrícola.

Durante o período de aplicação, deve-se evitar flutuação da velocidade angular, a fim de manter o fluxo de gotas com diâmetro uniforme.

Maior porção do líquido das gotículas lançadas, deposita-se na plata-

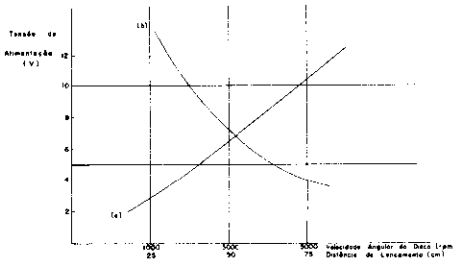


Figura 3. — Variação da velocidade angular (curva a) e da distância de lançamento da pulverização (curva b) em função da tensão de alimentação do motor, no pulverizador piloto.

forma do aparelho segundo um segmento de coroa circular, com limites (largura) característicos para cada aparelho e condições de operação. A distância da circunferência média dessa coroa ao centro do disco gerador de gotas chamou-se distância de lançamento; esse valor depende da velocidade angular do disco, ou seja, da tensão de alimentação do motor (Fig. 3, curva b).

A uniformidade das gotas amostradas é inversamente proporcional à fenda transversal de amostragem deixada na plataforma (fig. 1). Quanto mais ampla for esta, menor será a homogeneidade da população de gotas recolhidas.

Com abertura de 1,5cm obtiveram-se amostras que, em média, apresentaram desvios-padrão de 2,36% do diâmetro médio da população amostrada.

Observou-se que, para bom funcionamento do aparelho, é necessário o preenchimento das seguintes condições:

a) Manter a velocidade angular do disco constante durante a amostragem;

b) Manter a vazão regular, não permitindo a superalimentação nem o gotejamento do líquido sobre o disco;

c) Colocar o bico alimentador do líquido tanto quanto possível próximo do centro do disco;

d) Espalhar uniformemente o líquido sobre o disco;

e) Impedir corrente de ar sobre a plataforma no momento da amostragem, principalmente quando a operação é feita com gotas muito pequenas.

### Utilização do aparelho

Com a produção de gotas com diâmetro uniforme, pode-se realizar avaliações qualitativas e quantitativas de particular interesse para os estudos de pulverização.

O aparelho é ainda usado com vantagens nos estudos de efeito tóxico dos produtos químicos pulverizados sobre plantas e animais.

Também é possível aplicar determinada dose de esporos sobre uma superfície vegetal a ser inoculada, desde que sua concentração na suspensão seja uniforme e conhecida.

Pode-se, ainda, com esse aparelho, investigar o comportamento físico das pulverizações.

Como a dose de defensivo aplicada depende: a) do tamanho das gotas; b) do número de gotas por unidade de superfície; c) da concentração do princípio ativo na calda, operando com gotas de diâmetro conhecido, é possível preparar padrões de deposição sobre superfícies naturais ou artificiais para execução de ensaios biológicos.

O aparelho ainda tem especial aplicação na determinação do fator de espalhamento sobre superfícies de amostragem.

Esse fator é entendido como a relação entre o diâmetro impresso pela gotícula ao depositar-se sobre determinada superfície e seu diâmetro real.

Os resultados da utilização do aparelho para determinação do fator de espalhamento da solução de água e rodamina a 0,2% são apresentados na figura 3, enquanto aqueles referentes ao Malathion 96% amostrado em papel kromekote e lâminas de fórmica são apresentados nas figuras 4 e 5.

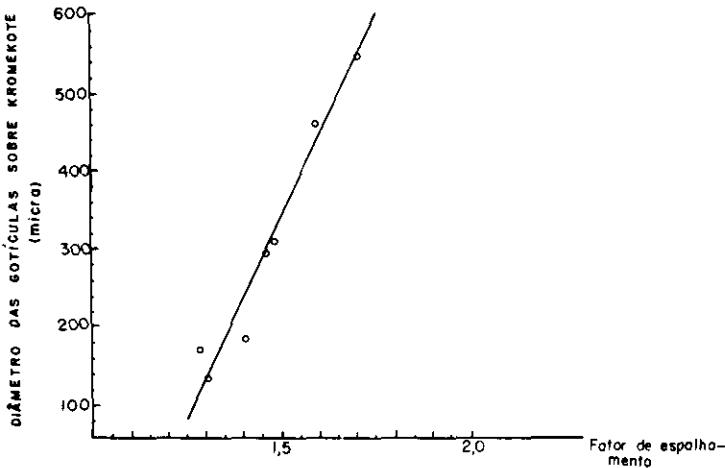


Figura 4. — Fator de espalhamento da água colorida com rodamina sobre papel kromekote

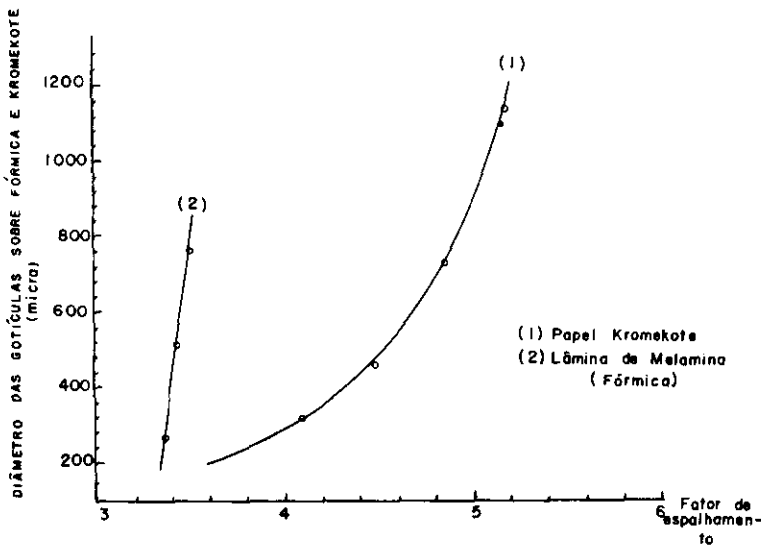


Figura 5. — Fator de espalhamento do Malathion

## THE GENERATION AND USE OF UNIFORMLY SIZED DROPLETS

### SUMMARY

This paper deals with the construction and use of a spinning disc atomizer that produces uniformly sized droplets.

The device has a special use in the determination of the spread factor on several sampling surfaces (Kromekote paper, glass, plastic etc.).

Furthermore, it permits the study of spraying performance, the inoculation of known spore doses of fungi and observations about toxic effects of pesticides on vegetables and animals.

The apparatus showed a narrow droplet size spectrum, with a coefficient of variation about 2.36%.

The spread factor of rodhamine B 0.2% in water solution showed to be of 1.32 and 1.71, respectively, when droplets of 98 and 325 micra were used, on Kromekote paper.

With Malathion, 96% of active ingredient, the spread factors on Kromekote paper were 4.09 and 5.18 when droplets of 80 and 217 micra were spread.

Melamine (Fórmica) showed a small variation in spread factor when sprayed with Malathion.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOUSE, L. F. Use of pulsed jets to atomize various liquids. *Transactions of the ASAE*, 18:618-622, 1975.
2. BRAZZEL, J. R.; WATSON, W. W.; HURSH, J. S.; ADAIR, M. H. The relative efficiency of aerial application of ultra-low-volume and emulsifiable concentrate formulations of insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 61(2):408-413, 1968.
3. BURT, E. C. & SMITH, D. B. Effects of droplets size on deposition of ULV spray. *Journal of Economic Entomology*, 67(6):751-754, 1974.
4. ———; ———; LLOYD, E. P. A rotary disc device for applying ultra-low-volume (undiluted) pesticides with ground equipment. *Journal of Economic Entomology*, 59(6):1487-1489, 1966.
5. COURSHÉE, R. J. A laboratory applicator for pesticides. *Agricultural and Veterinary Chemicals*, 1(34), 1960.
6. DABORA, E. K. Production of monodisperse sprays. *Review of Scientific Instruments*, 38(4):502-506, 1967.
7. DIMMOCK, N. A. Production of uniform droplets. *Nature*, 166:686, 1950.
8. ENNIS JR., W. B. & WILLIANSON, R. E. Influence of droplet size on effectiveness of low-volume herbicidal sprays. *Weeds*, 11(1):67-72, 1963.
9. HIMEL, C. M. The fluorescent particle spray droplet tracer method. *Journal of Economic Entomology*, 62(4):912-916, 1969.
10. HOUGHTON, H. G. *Chemical engineers handbook*. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1941. 1948p.
11. ISLER, D. A. Atomization of low-volume Malathion aerial spray. *Journal of Economic Entomology*, 59(3):688-690, 1966.
12. KING, W. J. & JOHNSTONE, D. R. A modified microburette for the production of very small liquid droplets. *COPR Salisbury — Inglaterra*, 1971. 6p. (Miscellaneous Report, 1)
13. MARGARVEY, R. H. & TAYLOR, B. W. Apparatus for the production of large water drops. *Review of Scientific Instruments*, 27(11):944-947, 1956.



14. MASON, B. J.; JAYARATNE, O. W.; WOODS, J. D. An improved vibrating capillary device for producing uniform water droplets of 15-500  $\mu\text{m}$  radius. *Journal of Scientific Instruments*, 40:247-249, 1963.
15. MAY, K. R. An improved spinning top homogeneous spray apparatus. *Journal of Applied Physics*, 20:932-938, 1949.
16. ———. The measurement of airborne droplets by the magnesium oxide method. *Journal of Scientific Instruments*, 27:128-130, 1950.
17. ———. Spinning top homogeneous aerosol generator with shockproof mounting. *Journal of Scientific Instruments*, 43:841-842, 1966.
18. POLLES, S. G. & VINSON, S. B. Effect of droplet size on persistence of ULV malathion and comparison of toxicity of ULV and E. C. Malathion to tobacco budworm larvae. *Journal of Economic Entomology*, 62(1):89-94, 1969.
19. RAYNER, A. C. & HALIBURTON, W. M. Rotary device for producing a stream of uniform drops. *Review of Scientific Instruments*, 26(12):1124-1127, 1955.
20. ROTH, L. O. & PORTERFIELD, J. G. Spray drops size control. *Transactions of the ASAE*, 13(6):779-781, 784, 1970.
21. SMITH, D. B. & BURT, E. C. Design of a spinning disc droplet separator and the determination of the size and density of droplets deposited on cotton foliage. *Transactions of the ASAE*, 13:664-668, 1970.
22. ———; ———; BENCI, F. J. Effects of the size of ULV droplets on deposits within cotton foliage both inside and immediately downwind from a treated swath. *Journal of Economic Entomology*, 63(5):1400-1405, 1970.
23. STROM, L. The generation of monodisperse aerosols by means of a disintegrated jet of liquid. *Review of Scientific Instruments*, 40(6):778-782, 1969.
24. WALTON, W. H. & PREWETT, W. C. The production of sprays and mist of uniform droplets size by means of spinning disc type sprayers. *Proceedings of the Physical Society*, 62(6):341-350, 1949.
25. WOLF, R. W. Study of the vibrating reed in the production of small droplets and solid particles of uniform size. *Review of Scientific Instruments*, 32:1124-1129, 1961.
26. YATES, E. W.; AKESSON, N. B.; COUTTS, H. H. Evaluation of drift residues from aerial applications. *Transactions of the ASAE*, 9(3):389-393, 397, 1966.