

Validação de método para estudo de deposição de inseticidas biológicos em florestas

Aldemir Chaim
Deise M. F. Capalbo
Oswaldo M. R. Cabral
José A. H. Galvão

Embrapa

Meio Ambiente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Francisco Sérgio Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Embrapa Meio Ambiente

Chefe Geral: Bernardo van Raij

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Deise M. Fontana Capalbo

Chefe Adjunto Administrativo: Vander Roberto Bisinoto

ISSN 1516-4675

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Meio Ambiente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

**VALIDAÇÃO DE MÉTODO PARA ESTUDO
DE DEPOSIÇÃO DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS
EM FLORESTAS**

Aldemir Chaim

Deise Maria Fontana Capalbo

Oswaldo M. R. Cabral

José Abrahão Haddad Galvão

Jaguariúna, SP

1999

EMBRAPA MEIO AMBIENTE - Boletim de Pesquisa 4.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340 - km 127,5 - Bairro Tanquinho Velho

Caixa Postal 69 13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (019) 867-8700 Fax: (019) 867-8740

e-mail:edis@cnpma.embrapa.br

Comitê de Publicações: Aldemir Chaim
Célia M. M. de S. Silva
Franco Lucchini
Julio F. de Queiroz
Magda A. de Lima
Maria Cristina Tordin

Revisão: Denise M. de Oliveira

Produção Gráfica: Regina L. Siewert Rodrigues e Franco Ferreira de Moraes

Normalização: Maria Amélia de Toledo Leme

Tiragem: 500 exemplares

CHAIM, A.; CAPALBO, D.M.F.; CABRAL, O.M.R.; GALVÃO, J.A.H. **Validação de método para estudo de deposição de inseticidas biológicos em florestas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 21p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 4).

CDD 632.951

©EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 1999

SUMÁRIO

R esumo.....	05
S ummary.....	07
I ntrodução.....	09
M ateriais e métodos.....	11
R esultados e discussão.....	14
R eferências bibliográficas.....	20

VALIDAÇÃO DE MÉTODO PARA ESTUDO DE DEPOSIÇÃO DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS EM FLORESTAS

Aldemir Chaim¹

Deise Maria Fontana Capalbo²

Oswaldo M. R. Cabral³

José Abrahão Haddad Galvão⁴

RESUMO

Tem sido dada muito pouca atenção aos estudos da deposição de inseticidas biológicos, os quais têm sido aplicados com equipamento desenvolvido para uso com químicos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar um método para a análise da deposição de agrotóxicos em florestas de eucaliptos, caracterizado pelo uso de uma calda de pulverização marcada com traçador e uma técnica especial de amostragem. Empregou-se o cobre como traçador, na forma de fungicida, cuja análise espectrofotométrica é de baixo custo, fácil execução, além de possibilitar um excelente nível de recuperação das plantas. Utilizaram-se cartões de papel mata-borrão como alvo artificial para amostrar as gotas. Cartões grampeados em barbantes, em distâncias preestabelecidas, foram colocados sobre as plantas,

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Meio Ambiente – Caixa Postal 69 CEP 13820-000 Jaguariúna (SP).

² Engenheira de Alimentos, Ph.D., Embrapa Meio Ambiente.

³ Meteorologista, M.Sc., Embrapa Meio Ambiente.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Embrapa Meio Ambiente.

possibilitando uma amostragem estratificada por alturas. Para o solo, os cartões foram colocados em discos de Petri e distribuídos sob a copa das árvores, entre as plantas e entre as linhas de plantio. Os resultados indicam que 61% do produto aplicado ficaram retidos nas plantas, 31% atingiram o solo e 8% podem ter sido perdidos através da " exo-deriva".

Palavras chaves: pulverização, deposição, inseticida biológico, pulverização em florestas.

VALIDATION OF METHOD FOR DEPOSITION STUDY OF BIOLOGICAL INSECTICIDES IN FORESTS

SUMMARY

Very little attention has been given to the deposition studies of biological insecticides, which has been applied with equipment developed for use with chemicals. The objective of this research was to evaluate a method to assessment the pesticide deposition on eucalyptus forest, characterised by the use of a tracer marked spray liquid and a special sampling technique. The tracer used in this work was the copper, in a fungicide formulation, with low cost and easy atomic absorption spectrophotometric analysis. Cards of blotter-like papers were used as artificial target to sampling the droplets. Cards were clipped on cotton strings at constant distances and were disposed on plants possibiliting a height stratified sampling. For the soil, the cards were placed in Petri disks and distributed underside of plant canopy, on inter-plant and inter-row spaces. The results indicate that, 61% of the applied product were retained in the plants, 31% reached the soil and 8% can have been loss by "exo-drift".

Key words: spraying, deposition, biological insecticide, forests spraying.

INTRODUÇÃO

Embora as pesquisas com controle microbiano de insetos tenham aumentado constantemente nas últimas décadas, menos de 1% delas é feita com a tecnologia de aplicação (Smith & Bouse, 1981). Nesse contexto, os patógenos de insetos têm sido aplicados da mesma forma que se aplicam os inseticidas químicos, pois ainda não foram desenvolvidos equipamentos comerciais específicos para aplicação desse material. Apesar de a literatura ser muito pobre em referências sobre a aplicação de agentes microbianos, a eficácia de controle poderia ser melhorada com mais pesquisas em formulações, equipamentos e métodos de aplicação, para aumentar a cobertura do alvo, reduzir a deriva e, possivelmente, a dose aplicada.

A grande maioria dos trabalhos realizados para avaliação de perdas de agrotóxicos está relacionada com a exoderiva. A análise da deposição dos produtos químicos é baseada na recuperação e detecção das substâncias da própria superfície das plantas, de alvos artificiais ou de equipamentos específicos de amostragem. A marcação das caldas de pulverização com traçadores facilmente detectáveis, tem se tornado uma prática largamente empregada. Quantick (1985) apresenta uma tabela com os principais métodos para análise de recuperação de químicos em experimentos com métodos de aplicação, dentre estes, o da espectrofotometria de absorção atômica apresenta ótima sensibilidade e baixo custo analítico, principalmente para o caso do uso de íons metálicos como traçadores. Apesar disso, alguns pesquisadores têm utilizado como traçador o próprio inseticida aplicado (Ware et al. 1969a, b; Ware et al. 1970a, b), partículas fluorescentes como ZnCaS

(Murray & Vaughan, 1970), agrotóxicos marcados (Maybank et al. 1974), radioisótopos (Dobson, et al. 1983), corantes fluorescentes (Fox et al. 1990; Salyani & Cromwell, 1993)) e corantes de alimentos (Pergher et al., 1997).

Embora os traçadores sejam muito utilizados para estudos de deriva, existem poucas pesquisas objetivando quantificar as deposições de agrotóxicos nas plantas alvos. Herrington et al. (1981) adaptaram um método que utiliza fungicida cúprico para verificar a deposição de agrotóxicos em macieira, onde o teor de cobre foi determinado colorimetricamente, através da técnica descrita por Sommers & Garraway (1957). Os autores não tiveram a preocupação de comparar a quantidade de traçador retido nas plantas, em relação à quantidade total aplicada. Whitney et al. (1989), utilizando calda cúprica com análise colorimétrica para estudo de deposição de pulverizadores em citros, também só estudaram a deposição nas plantas.

Nem sempre é possível extrair o produto químico diretamente da superfície dos alvos e, desta forma, a grande maioria dos pesquisadores tem preferido utilizar substratos artificiais para estudo de deposição. Não existem alvos artificiais padrões, eles variam com o tipo do traçador utilizado, método analítico empregado e, sobretudo, com a finalidade dos resultados. Considerando esses aspectos, Davis (1984) apresenta uma série de técnicas para a construção dos alvos absorventes destinados à avaliação da exposição ocupacional, dermal, aos agrotóxicos. Dentre elas, o uso de papel mata-borrão se apresenta como uma opção simples e barata, que pode ser facilmente adaptada ao estudo de recuperação dos agrotóxicos que atingem as plantas e o solo.

O objetivo deste trabalho foi testar uma metodologia simples, com uso de traçador cúprico de baixo custo analítico, associado a uma técnica de amostragem com o emprego de cartões de papel filtro de alta gramatura, para avaliação de deposição de produtos biológicos em florestas artificiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de plantio comercial de eucalipto, em uma parcela de 396 m², contendo 66 plantas com espaçamento de 3,0 X 6,0 m. As plantas estavam com 2,5 m de altura e, aproximadamente, 1,25 m de diâmetro de copa.

As condições micrometeorológicas do talhão foram medidas utilizando-se um anemômetro mecânico marca FUESS e um micropsicrômetro de ar forçado. Este foi acoplado a um "datalogger" marca LI-COR, obtendo-se, com isso, um valor de leitura a cada dez minutos. As leituras iniciaram-se 30 minutos antes do início da aplicação, encerrando-se 30 minutos após.

Para a determinação da área foliar, foi escolhida uma árvore com um porte representativo em relação às outras plantas do talhão. Cortou-se um ramo com dezenas de folhas que foram extraídas para medição da área de superfície, feita com um aparelho LI-COR modelo LI 3100. Após a medição da área foliar, as folhas foram secas em estufa a 60°C até obtenção de peso constante. Obteve-se, assim, uma relação entre a área e o peso das folhas amostradas. O restante das folhas dessa planta foi extraído e submetido à secagem em estufa para a

obtenção de peso constante. Com esses resultados foi estabelecida a área foliar de uma planta de eucalipto, a qual foi posteriormente utilizada para os cálculos de deposição de agrotóxico.

Para simular as gotas com tamanho semelhantes às que seriam obtidas em uma pulverização aérea, a aplicação foi feita com um pulverizador motorizado costal, abastecido com 10 litros de calda aquosa contendo 40 gramas de Cupravit R.

Após a pulverização da parcela, o tanque do pulverizador foi esgotado para se medir o volume consumido na área. Foi retirada uma amostra do líquido para determinação do teor de cobre metálico presente na calda aplicada.

As deposições foram amostradas com cartões de papel filtro de 250 g/m². Para as plantas, foram utilizadas tiras de 2 x 10 cm grampeadas espaçadamente, de 50 em 50 cm, em um cordão de algodão (barbante) com 5,0 m de comprimento. A região mediana de cada barbante foi posicionada sobre o topo de cada planta de maneira que os alvos ficassem lateralmente distribuídos em alturas pré-determinadas. Esses alvos foram distribuídos em 10 plantas, sendo que, em cada uma foram colocados dois barbantes cruzados de tal forma que conjuntos compostos por 4 cartões de amostragem ficassem distribuídos em cada uma das alturas em relação ao solo: 25, 75, 125, 175 e 225 cm. Para amostragem no solo, foram distribuídos 10 cartões de 7 x 7 cm acondicionados em discos de Petri sob as plantas, 10 entre as plantas e 10 entre as linhas de plantio (Figura 1).

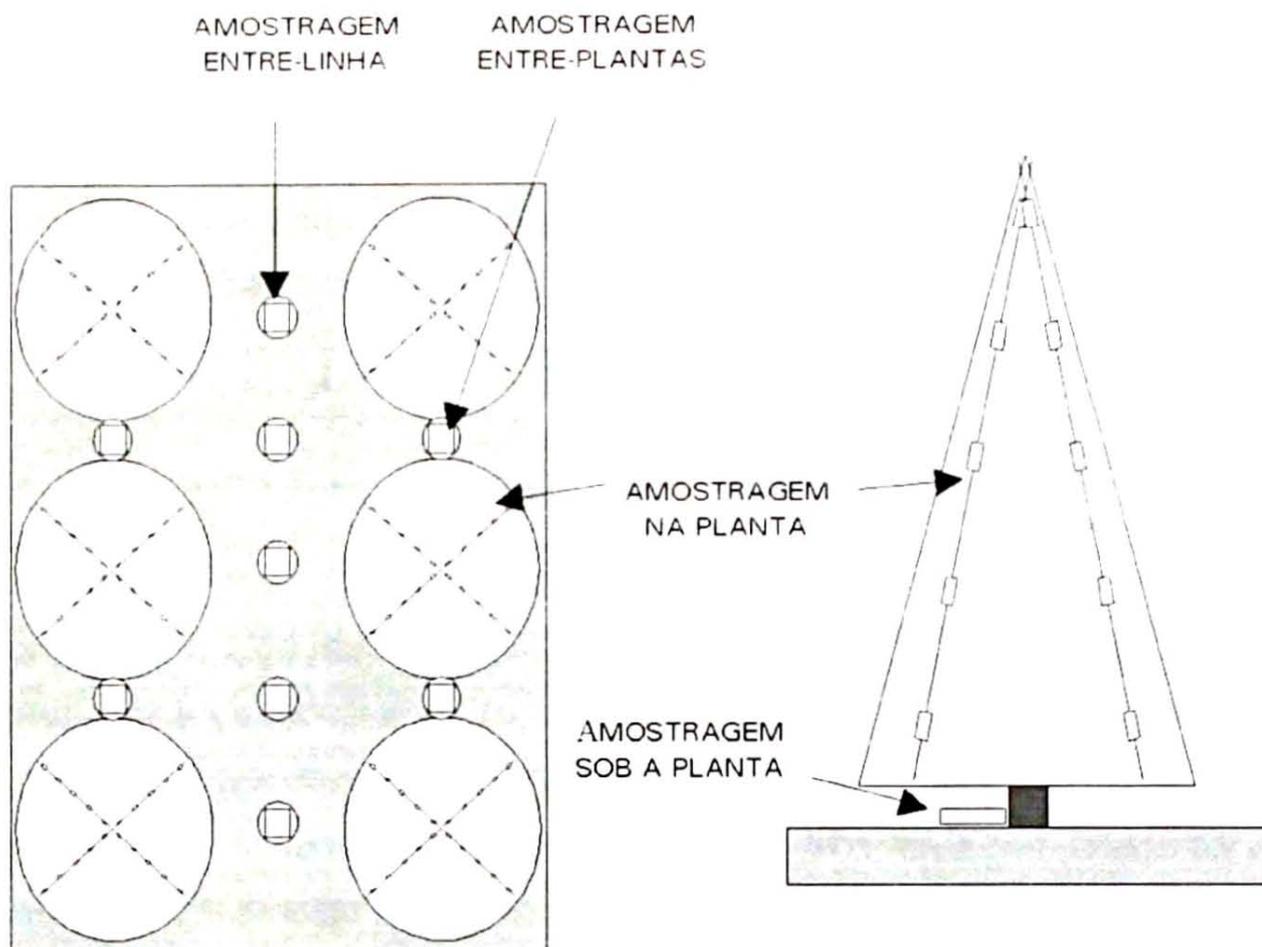


Fig. 1. Esquema utilizado para amostragem de deposição na cultura de eucalipto.

Após a pulverização, foram retirados 10 discos, com aproximadamente $1,9 \text{ cm}^2$ de área, de cada ponto amostral. Esses discos foram adicionados em frascos contendo 10 ml de solução 0,1 normal de ácido nítrico para a extração do cobre metálico. O teor de cobre da solução foi determinado com um espectrofotômetro de absorção atômica Shimadzu AA-680.

A quantidade total de cobre depositada nas plantas foi estimada através da média dos depósitos obtidos nas diferentes alturas e a área foliar total estimada para a parcela. A quantidade total depositada no solo foi estimada pelo produto dos depósitos médios e a área total da parcela. Subtraindo-se o cobre total aplicado, obteve-se a

quantidade de produto que pode ter sido perdida por deriva ou por evaporação.

Para avaliar a influência das alturas de amostragem na deposição da planta, foi realizada uma análise de medidas repetidas, utilizando abordagem multivariada (COLE & GRIZZLE, 1966) e o PROC GLM, do SAS[®]. Foram construídos intervalos de confiança para a deposição média em cada altura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência de extração do cobre para as concentrações encontradas nos alvos artificiais ficou em torno de 98%.

A análise de medidas dos resíduos nas plantas indicou ausência de efeito de altura na deposição do traçador (Teste F, $p=0,98$). O procedimento da análise de medidas repetidas utilizando abordagem multivariada difere do método de regressão linear simples, pelo fato de incorporar na análise a correlação entre medidas feitas na mesma planta, em diferentes alturas. Observa-se que a deposição média do traçador não variou entre as alturas. Por outro lado, a variabilidade entre as deposições em diferentes plantas para uma mesma altura de amostragem, quantificada pelo erro padrão da deposição média (Tabela 1), cresceu à medida que os pontos de coleta se afastaram da altura central da planta.

Tabela 1. Estimativas de deposição média para cada altura e respectivos intervalos de confiança.

Altura (m)	Deposição média ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Erro padrão ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Intervalo de confiança de 95%	
			Limite inferior	Limite superior
0,25	0,42	0,07	0,26	0,59
0,75	0,47	0,04	0,38	0,55
1,25	0,44	0,03	0,37	0,52
1,75	0,42	0,05	0,30	0,55
2,25	0,44	0,06	0,30	0,58

O aumento da deposição nas extremidades das plantas é consequência do modo de aplicação, da velocidade de deslocamento do aplicador e do movimento do bocal do pulverizador. Quando o aplicador movimentado alternadamente o bocal no sentido vertical, ocorrem duas pequenas paradas durante a inversão do movimento, contribuindo para um aumento da deposição, tanto na parte superior, como na inferior das plantas. A região mediana das plantas recebe uma deposição mais uniforme, porque a pulverização é realizada com uma velocidade mais constante de movimentação do bocal (Figura 2).

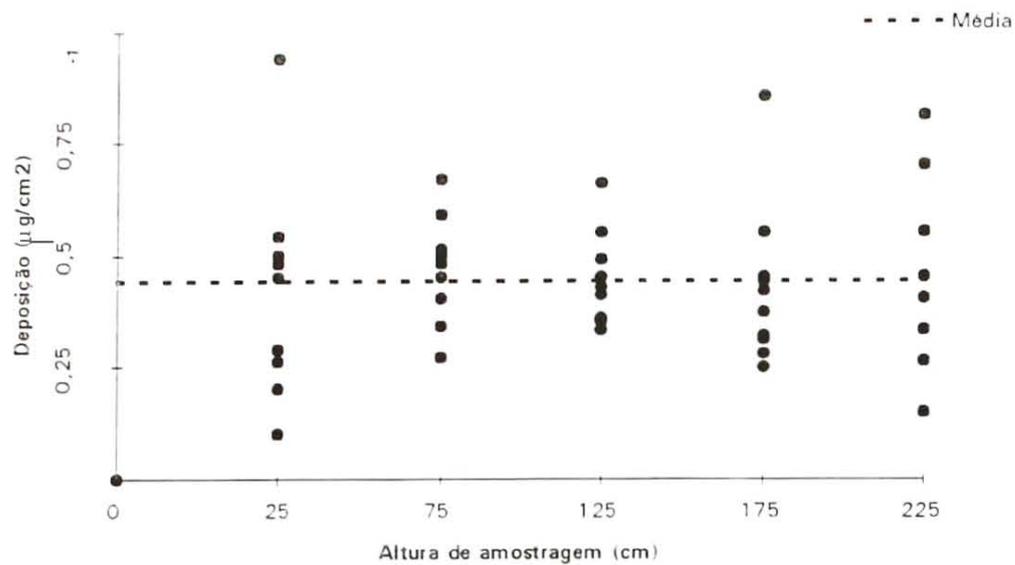


Fig. 2. Dispersão dos resíduos encontrados nas plantas, em diferentes alturas de amostragens.

Na Tabela 2, pode ser observado que a quantidade do produto que atingiu a região do solo, entre as plantas, foi muito superior às quantidades que caíram sob as plantas ou nas entre-linhas. A grande variabilidade dos resíduos foi provocada pelos diferentes graus de exposição aos quais os alvos foram submetidos, em função da proteção proporcionada pela junção da base das copas de duas plantas adjacentes.

Tabela 2. Níveis de resíduo do traçador encontrados nas diferentes regiões da superfície do solo¹.

Amostra	Local da amostragem		
	Sob-plantas	Entre-plantas	Entre-linhas
1	0,18	0,54	0,25
2	0,27	1,04	0,27
3	0,19	1,02	0,39
4	0,30	0,39	0,22
5	0,26	0,56	0,24
6	0,24	0,56	0,26
7	0,32	0,54	0,34
8	0,22	0,42	0,28
9	0,24	1,04	0,28
10	0,33	0,87	0,31
Média	0,26	0,70	0,28
Desvio Padrão	0,05	0,25	0,05
C.V. (%)	19,07	35,88	16,90

¹ Valores expressos em μg de traçador por cm^2 de solo

As condições micrometeorológicas, próximas das ideais, durante a aplicação da calda com traçador foram as seguintes: velocidade do vento de 0,2 m/s, umidade relativa de 68% e temperatura de 26,4 °C, evitando perdas por deriva e evaporação.

O volume de calda aplicado com o pulverizador costal motorizado ficou em torno de 45 L/ha, muito próximo, portanto, dos volumes que são aplicados por aeronaves (20 a 40 L/ha). Com base na vazão do equipamento e no tempo gasto para a aplicação, a quantidade total de cobre metálico aplicado na área foi 3.632 mg. A área foliar média estimada para cada planta foi de 7,8 m² e a quantidade média de cobre depositada nessa superfície foi 34 mg, assumindo que a

deposição tenha sido homogênea, inclusive para as folhas menos expostas no interior da cobertura da copa. Portanto, nas 66 plantas tratadas, a quantidade de cobre depositada foi 2.233 mg, ou aproximadamente 61% do total aplicado. A superfície do solo coberta pelas plantas, com um metro de diâmetro de copa, foi de 104 m² e nessa área depositou-se o equivalente a 264 mg de cobre, ou 7% do total aplicado. Considerando-se ainda, o diâmetro da copa das plantas, a faixa de solo equivalente às 6 linhas de plantio apresentou uma área de 132 m², a qual, descontando-se a área coberta pela copa das plantas (104 m²), resultou numa superfície de solo (entre plantas) equivalente a 28 m². Nesse espaço de solo existente na linha de plantio, entre as plantas, depositaram-se 184 mg do cobre metálico, correspondendo a 5% do total aplicado. Nos 264 m² resultantes do espaçamento das entre-linhas, depositaram-se 697 mg de cobre, 19% do total aplicado. Os 8% restantes do produto que não se depositaram nas plantas ou no solo, podem ter sido perdidos por deriva, em consequência do tamanho ou da evaporação de gotas. Esses resultados são consequentes da situação específica do ensaio montado, e não devem ser extrapolados para as aplicações rotineiras que ocorrem na cultura do eucalipto, as quais são feitas em plantas de porte mais elevado e com outras técnicas de aplicação.

A metodologia testada apresenta como ponto positivo a facilidade e rapidez para sua implementação no campo, bem como na obtenção dos resultados. É adequada, portanto, para monitoramento da distribuição dos produtos biológicos aplicados na cultura do eucalipto. Entretanto, para a obtenção de resultados mais precisos, é necessário um planejamento amostral criterioso, com repetições, parcelas e blocos

em número e tamanho adequados. No caso do estudo da distribuição de produto nas plantas, é possível refiná-lo colocando alvos extras em locais estratégicos das copas, para se conhecer o gradiente de deposição. O conhecimento da área foliar da cultura é fundamental para se estimar a taxa de recuperação do produto aplicado e, nesse caso, é necessário encontrar alternativas para que esse parâmetro seja facilmente estabelecido, em função das diferentes variedades de eucalipto, sem a necessidade de desfolhamento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLE, J. W. L.; GRIZZLE, J. E. Applications of multivariate analysis of variance to repeated measures experiments. **Biometrics**, Washington, v. 22, n. 8, p. 810-828, 1966.
- DAVIS, J.E. Procedures for dermal and inhalation studies to assess occupational exposure to pesticides. In: SIEWIERSKI, M. **Determination and assessment of pesticide exposure**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p.123-131.
- DOBSON, C.M.; MINSKI, M.J.; MATTHEWS, G.A. Neutron activation analysis using dysprosium as a tracer to measure spray drift. **Crop Protection**, Oxford, v.2, n.3, p.345-352, 1983.
- FOX, R.D.; BRAZZE, R.D.; REICHARD, D.L.; HALL, F.R. Downwind residue from air spraying of a dwarf apple orchard. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.4, p. 1104-1108, 1990.
- HERRINGTON, P.J.; MAPOTHER, H.R.; STRINGER, A. Spray retention and distribution on apple trees. **Pesticide Science**, Oxford, v.12, n.5, p.515-520, 1981.
- MAYBANK, J.; YOSHIDA, K.; GROVER, R. Droplet size spectra, drift potential, and ground deposition pattern of herbicide sprays. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.54, p.541-546, 1974.
- MURRAY, J.A.; VAUGHAN, L.M. Measuring pesticide drift at distance to four miles. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v.9, p.79-84, 1970.
- PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, Oxford, v.16, n.1, p.25-33, 1997
- QUANTICK, H.R. **Aviation in crop protection, pollution and insect control**. London: Collins, 1985. 427 p.
- SALYANI, M.; CROMWELL, R.P. Spray drift from ground and aerial applications. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.35, n.4, p. 1113-1129, 1993.

- SAS Institute Inc. **SAS[®].User's guide: Statistics**, version 6, 4. Ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1993. v.2, 846 p.
- SOMMERS, E.; GARRAWAY, J.L. Modifications in the method of determining cooper with bis-ciclo-hexanone oxalildihidrazone. **Chemistry and Industry**, p. 395, 1957.
- SMITH, D.B.; BOUSE, L.F. Machinery and factors that affects the application of pathogens. In: BURGESS, H.D. ed **Microbial control of pests and plant diseases**. London: Academic Press, 1981. p. 635-653.
- WARE, G.W.; ESTESEN, G.J.; CAHILL, W.P.; GERHARDT, P.D.; FROST, K.R. Pesticide drift. I High clearance vs. aerial application of sprays. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p. 840-843, 1969a.
- WARE, G.W.; APPLE, E.J.; CAHILL, W.P.; GERHARDT, P.D.; FROST, K.R. Pesticide drift. II Mist-blower vs. aerial application of sprays. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 62, n.4, p.844-846, 1969b.
- WARE, G.W.; APPLE, E.J.; CAHILL, W.P.; GERHARDT, P.D.; FROST, K.R. Pesticide drift. III Drift reduction with spray thickeners. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 63, n.6, p. 1314-1316, 1970a.
- WARE, G.W.; CAHILL, W.P.; GERHARDT, P.D.; WITT, J.M. Pesticide drift. IV On target deposits from aerial application of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.63, n.6, p. 1982-1983, 1970b.
- WHITNEY, J.D.; SALYANI, M.; CHURCHILL, D.B.; KNAPP, J.L.; WHITESIDE, J.O.; LITTELL, R.C. A field investigation to examine the effects of sprayer type, ground speed, and volume rate on spray deposition in Florida citrus. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.42, p. 275-283, 1989.

Embrapa

Meio Ambiente

