

# PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE LÍQUIDOS OBTIDOS COM BICOS TF-VS4, TJ60-11006 E TQ15006 EM MESA DE PROVA<sup>1</sup>

DILERMANDO PERECIN<sup>2</sup>, VALDEMIR ANTONIO PERESSIN<sup>3</sup>, TOMOMASSA MATUO<sup>4</sup>,  
BENEDITO APPARECIDO BRAZ<sup>5</sup> e LUÍS CÉSAR PIO<sup>6</sup>

**RESUMO** - A avaliação do desempenho de bicos de pulverização pode ser feita a partir do seu padrão de distribuição do líquido. Pelo método descrito em Perecin et al. (1994), analisaram-se comparativamente os padrões de deposição produzidos por bicos TF-VS4, TJ60-11006 e TQ15006 em mesa de prova, bem como as suas propriedades em barra total em termos dos coeficientes de variação sistemático (CVS), aleatório (CVA) e combinado (CVG), propondo-se uma fórmula para estimar o CVG da barra total. Os bicos TF-VS4 apresentaram CVG inferiores a 10%, mesmo com espaçamentos entre bicos de até 50 cm, e altura do alvo ao redor de 20 cm ou mais. Os bicos TQ15006 mostraram variabilidade acentuada na região central do padrão, o que proporcionou CVG em barra total superiores a 10%, com espaçamentos entre bicos maiores que 25 cm. Os bicos TJ60-11006 comportaram-se de forma intermediária entre os TF-VS4 e os TQ15006. A fórmula proposta para estimar o coeficiente de variação combinado é:  $CVG = [(CVA)^2 + (CVS)^2]^{1/2}$ .

Termos para indexação: barra de pulverização, variabilidade.

## DISTRIBUTION PATTERNS OF TF-VS4, TJ60-11006 AND TQ15006 NOZZLES IN A PATTERNATOR

**ABSTRACT** - The performance of a spray boom can be evaluated from its individual nozzle distribution patterns determined in a patternator (test table), as discussed by Perecin et al. (1994). The distribution pattern of three nozzle types obtained in a patternator at six heights were compared in order to propose a formula for determining the variation coefficient. The simulation of a spray boom was conducted from individual nozzle distribution patterns, and obtained the random variation coefficients (RVC) and the systematic variation coefficients (SVC). The results showed good performance of the TF-SV4 nozzles, with CV smaller than 10%, for nozzle spacing as large as 50 cm. The TQ15006 nozzles showed high variability in the central region of the distribution pattern, resulting in high CV from nozzle spacings as narrow as 25 cm. The TJ60-11006 behaved as intermediate between TF-VS4 and TQ15006. The formula proposed for determining the variation coefficient is  $[(RVC)^2 + (SVC)^2]^{1/2}$ .

Index terms: spray boom, nozzle.

## INTRODUÇÃO

A uniformidade na distribuição da calda aplicada pela barra, em pulverizações de defensivos agrí-

colas, é dada pelas condições de montagem e de operação: espaçamento entre bicos, altura da barra, ângulo de abertura dos bicos e pressão de trabalho.

O volume de defensivos agrícolas aplicados numa pulverização deve ser o mais uniforme possível, sob pena de se exigirem volumes adicionais para compensar os pontos ou faixas que recebem menores volumes. Entretanto, nas aplicações de herbicidas nem sempre isso pode ser feito.

Wolf & Smith (1979), DeBoer & Wiens (1983), Sartori (1985) sugeriram que um coeficiente de variação de 10 a 15% ou menos produz uniformidade satisfatória. Roth et al. (1985) enfatizaram que a base

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 13 de novembro de 1997.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Prof. Titular, Dep. de Ciências Exatas, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP. E-mail: perecin@fcav.unesp.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Div. Plantas Alimentícias Básicas, IAC, Caixa Postal 28, CEP 13020-432 Campinas, SP. E-mail: peressin@ccc.iac.br

<sup>4</sup> Eng. Agr., M.Sc., Prof. Titular, Dep. Defesa Fitossanitária, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Dr. UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.

<sup>6</sup> Eng. Agr., Herbicat Ltda, CEP 14079-350 Catanduva, SP.

para selecionar esses valores não foi discutida em trabalhos publicados, e fundamenta-se em constatações prático-empíricas dos pesquisadores envolvidos. Provavelmente, depende do modo de ação do defensivo agrícola e de outros fatores relacionados à eficiência agrícola de cada produto. Assim, a uniformidade de aplicação está sujeita a algum grau de subjetividade.

Aspectos da tecnologia de aplicação são amplamente discutidos na literatura em geral (Matuo et al., 1994; Percin et al., 1994).

Um ponto fundamental é a qualidade dos bicos, e uma sistematização para essa avaliação, a partir de resultados obtidos em mesa de prova, pode ser encontrada em Percin et al. (1994).

Neste trabalho serão avaliados três tipos de bicos (TF-VS4, TJ60-11006 e TQ15006) por meio das vazões, do padrão de deposição em várias alturas do alvo, e de propriedades que se obtêm com a simulação da barra total.

Esse trabalho tem como objetivo propor uma fórmula para estimar o coeficiente de variação da aplicação de líquido em barra total, combinando as variações sistemáticas e aleatórias descritas em Percin et al. (1994) e assumindo a independência estocástica dessas duas variabilidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em condições de laboratório da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, incluindo a coleta de dados, produção dos padrões de deposição e simulação da barra total, com auxílio de programas computacionais especialmente construídos para esse fim.

Amostraram-se dez bicos de cada tipo, a partir de estoque comercial de um distribuidor da Spraying Systems Co. (Herbicat Ltda.), e coletaram-se dados nas seguintes pressões por bico: TF-VS4 - 207 kPa (30,0 lbf/pol<sup>2</sup>); TJ60-11006 - 310 kPa (45 lbf/pol<sup>2</sup>) e TQ15006 - 327 kPa (47,5 lbf/pol<sup>2</sup>). Para avaliar sua qualidade, determinaram-se inicialmente sua vazão, e os respectivos coeficientes de variação.

Em continuidade à avaliação da qualidade, determinou-se o padrão de distribuição da deposição em uma mesa de prova construída de acordo com as especificações da Organización Mundial de la Salud (1976) para testes de

bicos. Essa mesa é constituída de uma chapa de metal corrugado formando canaletas a espaços de 2,5 cm entre si, num total de 67 canaletas, tendo um tubo coletor graduado, correspondente a cada canaleta.

Cada bico a ser testado foi colocado centrado na canaleta 33 e avaliado em seis alturas do alvo, nas respectivas pressões, padronizado numa unidade de tempo (um minuto). Como foram amostrados dez bicos de cada tipo, o levantamento foi repetido dez vezes em cada altura.

Após a coleta dos dados em mesa de prova e sua transformação em dados percentuais por canaleta, elaborou-se o padrão de deposição de cada bico, em cada altura, através da construção de gráficos, usando o SGPLUS. Os gráficos elaborados mostram a média percentual e respectivo intervalo de confiança por canaleta. A variabilidade entre bicos permitiu obter o coeficiente de variação aleatório (CVA), tomado neste artigo como a média aritmética dos CV obtidos em cada canaleta, considerando os dez bicos de cada tipo, em cada altura.

A simulação da barra total foi obtida usando programa computacional na forma descrita em Percin et al. (1994). Os coeficientes de variação sistemáticos (CVS) foram representados pelos CV das médias depositadas em cada canaleta do equilíbrio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Bicos isolados

As vazões médias obtidas mostraram coeficientes de variação, ao redor de 3%, o que indica boa repetibilidade e equivalência quanto à vazão.

Os padrões de deposição nas alturas examinadas em cada bico são apresentados nas Figs. 1 a 3, respectivamente para os bicos TF, TJ e TQ. Os gráficos expressam na abscissa as canaletas da mesa de prova (2,5 cm cada) e na ordenada estão apresentadas as porcentagens em volume de deposição.

O segmento vertical representado para a deposição em cada canaleta indica o intervalo de confiança (IC) de 95%; quanto menor esse segmento, maior a confiabilidade.

O interessante é que o bico apresente um padrão suave, sem saltos, para a deposição média em cada canaleta, e que o IC seja proporcionalmente pequeno, mostrando uniformidade e pouca variabilidade entre bicos.

Portanto, a análise gráfica mostra claramente que os melhores bicos são os TF. Os TQ mostram pro-

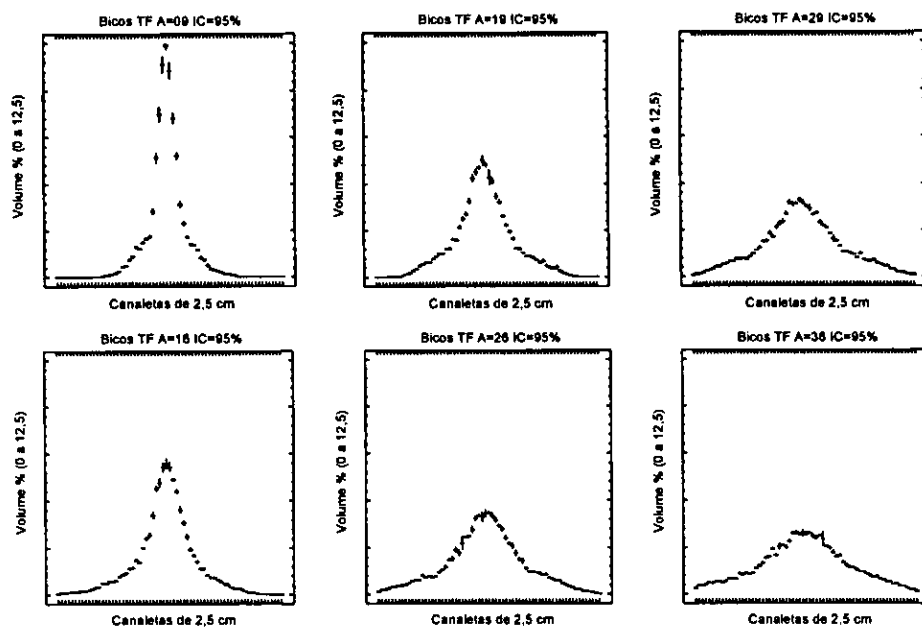


FIG. 1. Padrões de distribuição de 10 bicos TF-VS4 em seis alturas, com distribuição percentual e respectivo intervalo de confiança (IC) de 95% do volume percentual (ordenada) depositado em cada canaleta de 2,5 cm (abscissa).

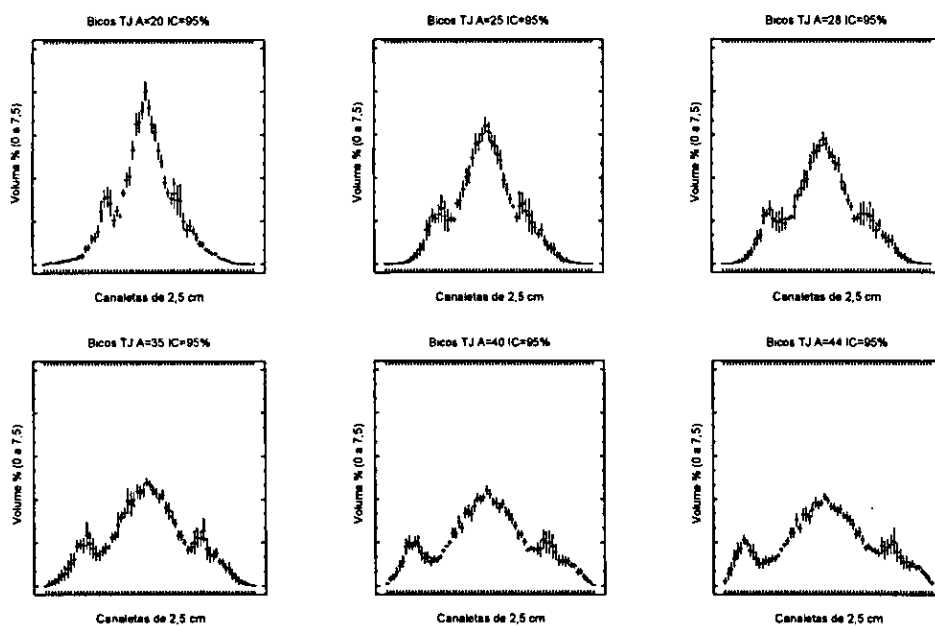
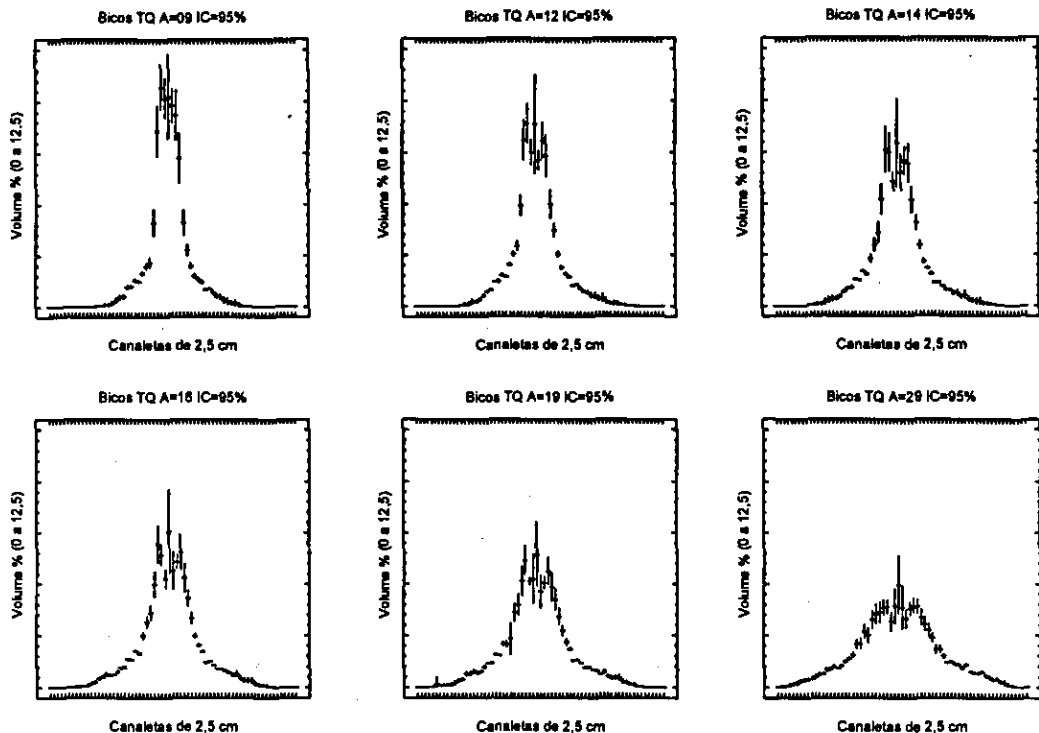


FIG. 2. Padrões de distribuição de 10 bicos TJ60-11006 em seis alturas, com distribuição percentual e respectivo intervalo de confiança (IC) de 95% do volume percentual (ordenada) depositado em cada canaleta de 2,5 cm (abscissa).



**FIG. 3.** Padrões de distribuição de 10 bicos TQ15006 em seis alturas, com distribuição percentual e respectivo intervalo de confiança (IC) de 95% do volume percentual (ordenada) depositado em cada canaleta de 2,5 cm (abscissa).

blemas nas canaletas centrais e uniformidade similar aos TF nas outras partes. Os TJ mostram variabilidade um pouco maior que os TF, sem problemas localizados, como os TQ. O tipo de jato (jato plano duplo comum) pode ser o responsável pelos pequenos picos que aparecem nas partes laterais intermediárias do padrão (Fig. 2). Cabe enfatizar que a inclinação da mesa de prova também pode ter contribuído para esses picos.

Galli et al. (1983) constataram diferenças apreciáveis nos padrões de deposição entre alguns tipos de bicos, e recomendaram a realização de cuidadosos testes de bicos antes do seu emprego. Os resultados encontrados, no tocante às canaletas centrais dos bicos TQ evidenciam a necessidade da elaboração destes testes.

O efeito da altura do alvo é similar em todos os bicos; não muda o padrão, apenas aumenta o espalhamento com a altura.

### Simulação dos bicos em barra total

Para outra avaliação comparativa dos bicos, simularam-se barras totais de aplicação, determinando-se coeficientes de variação da variabilidade sistemática (CVS) e da variabilidade aleatória (CVA).

Em cada tipo de bico, o CVS depende fundamentalmente do espaçamento entre bicos e da altura do alvo, provocando deposição sistematicamente diferente em cada canaleta, enquanto o CVA depende fundamentalmente da variabilidade entre bicos, embora também varie com a altura e espaçamento, pela alteração do número de bicos que se superpõem, conforme discutido em Percin et al. (1994).

O coeficiente de variação resultante (CVG) é uma combinação dessas duas variabilidades, e poderia ser obtido diretamente se em lugar da avaliação de bicos isolados se fizesse a avaliação de bicos em barra total, o que é mais complicado, e exigiria uma

mesa de prova grande, inviabilizando o seu uso na prática.

A proposta deste trabalho fundamenta-se no fato de que, do ponto de vista estatístico, é razoável admitir a independência estocástica dessas variabilidades, uma vez que dependem fundamentalmente de causas diferentes, conforme se argumentou acima. Com essa condição, a variância da soma é soma das variâncias, e ter-se-á:

$$CVG = [(CVA)^2 + (CVS)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Com essa fórmula, é possível estimar o CVG da barra total a partir de medições em bicos isolados, e poderá ser usada até que se consiga uma aproximação melhor.

Os valores de CVS, CVA e CVG dos três tipos de bicos analisados estão apresentados nas Figs. 4 a 6, em função do espaçamento ou distância entre bicos e nas alturas examinadas em cada bico.

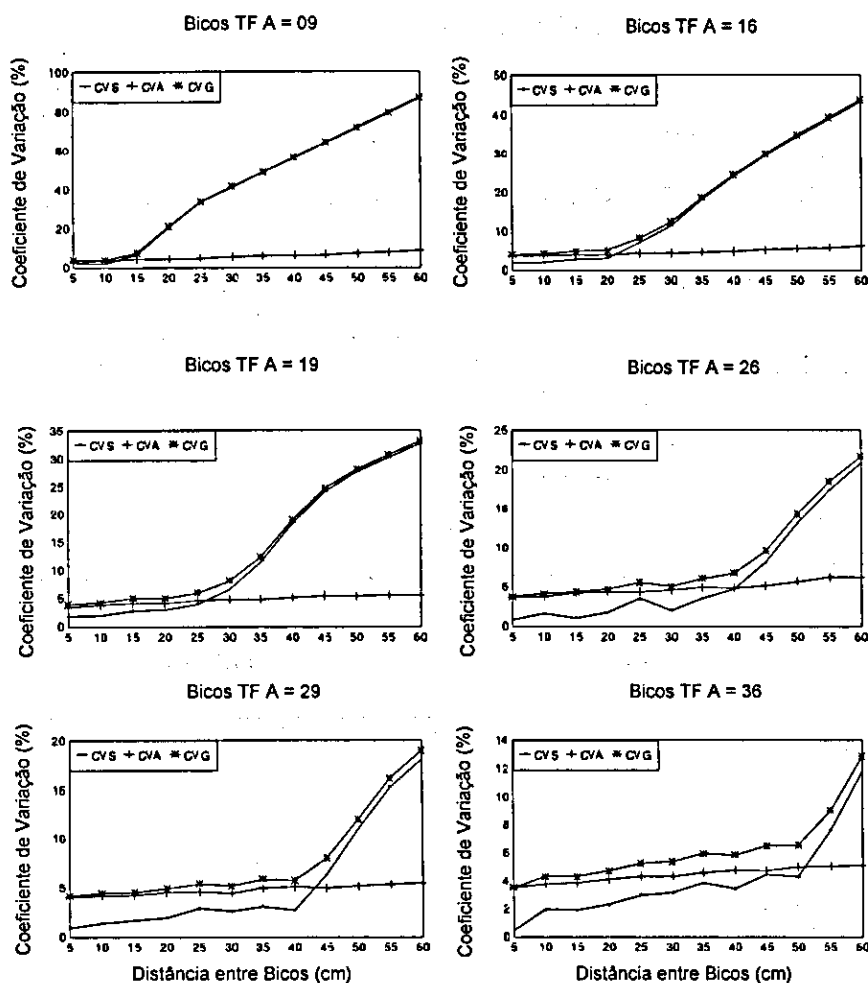


FIG. 4. Coeficientes de variação CVS (sistemático), CVA (aleatório) e CVG (global) para bicos TF-VS4, em função do espaçamento entre bicos.

Embora Wolf & Smith (1979), DeBoer & Wiens (1983) e Sartori (1985) tenham sugerido que um coeficiente de variação de 10 a 15% ou menos produza uma uniformidade satisfatória de distribuição do líquido pulverizado, pelo fato de este experimento ter sido conduzido em condições de laboratório, acredita-se que os CVG aceitáveis na prática devem ser inferiores a 10%. Em condições de campo, estes va-

lores tendem a aumentar, seja pelas condições climáticas reinantes por ocasião da aplicação, quer pelos movimentos desordenados da barra de pulverização, conforme enfatizado por Nation (1982).

Com relação aos bicos TJ, nota-se que os CVS aumentam rapidamente com o espaçamento entre bicos, enquanto os CVA iniciam com valores baixos e atingem no máximo 20% nos maiores

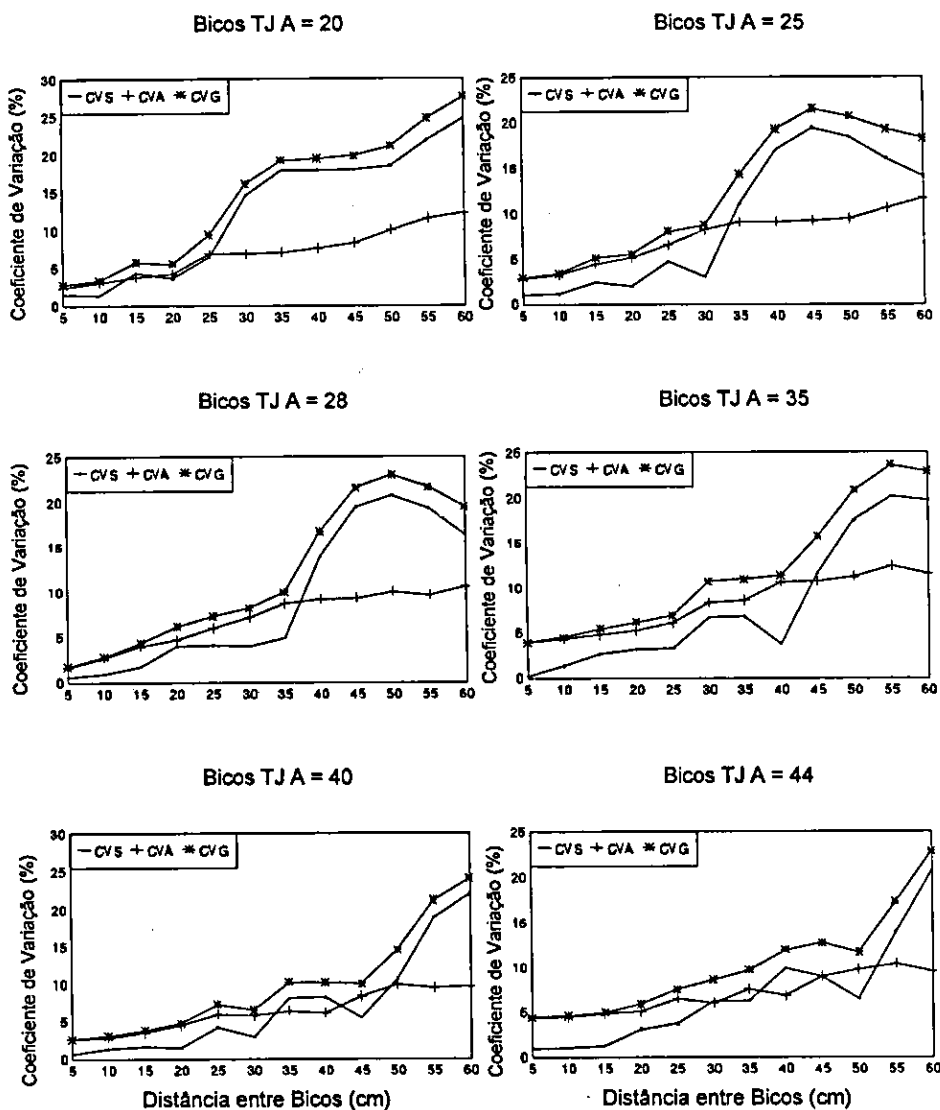


FIG. 5. Coeficientes de variação CVS (sistemático), CVA (aleatório) e CVG (global) para bicos TJ60-11006, em função do espaçamento entre bicos.

espaçamentos. Para CVG menores que 10%, os espaçamentos entre bicos não devem ser maiores que 25 a 35 cm, o que reafirma o já discutido em Percin et al. (1994).

Com os bicos TQ, os CVA são maiores que com os TJ; até na maior altura (29 cm) o CVG supera 10%

para espaçamentos entre bicos maiores que 25 cm. Isso se deve à irregularidade da deposição apresentada no centro do leque de deposição (Fig. 3).

Os bicos TF mostram CVA bem mais baixos, em relação aos TJ, resultando CVG inferiores a 10% mesmo para espaçamentos entre bicos até de 50 cm,

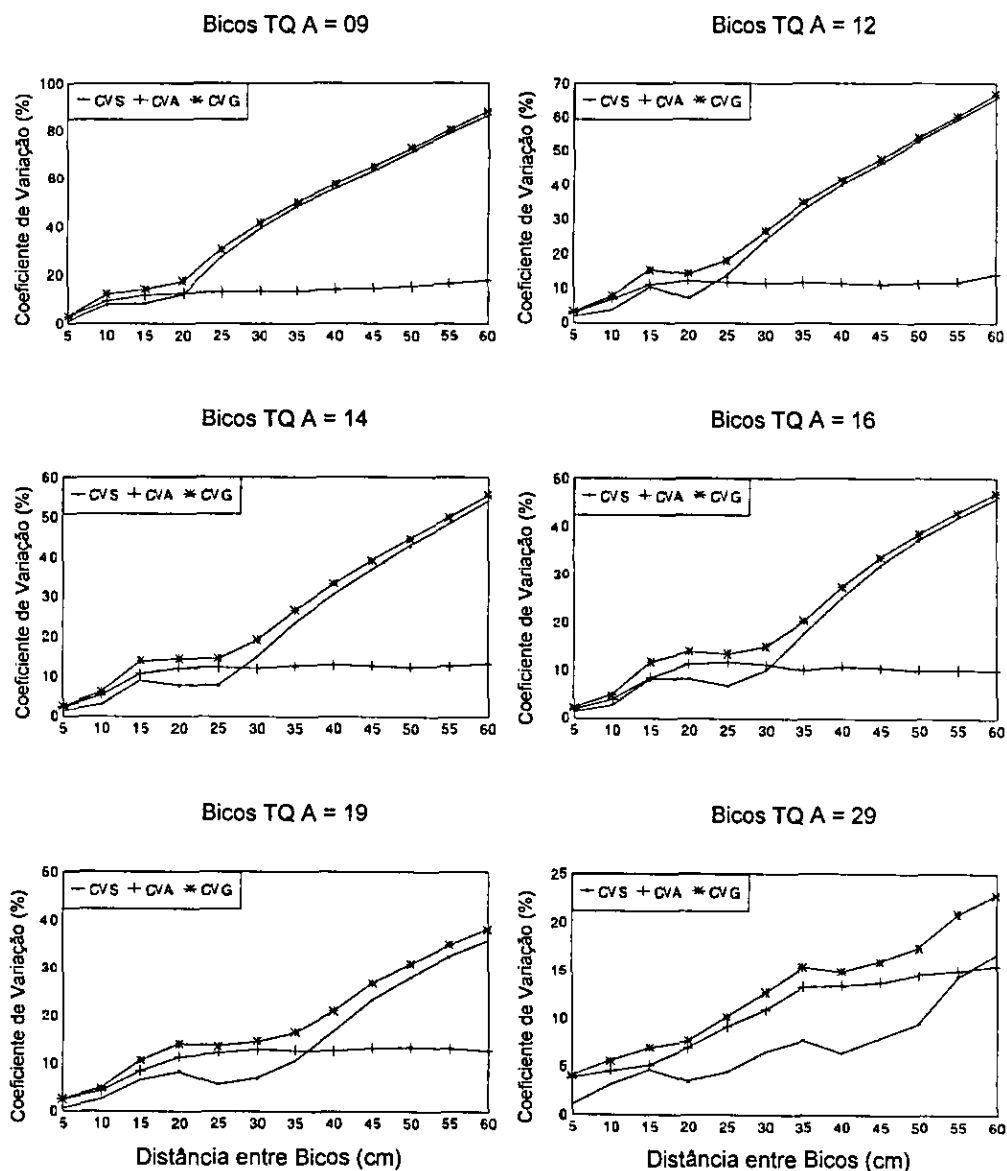


FIG. 6. Coeficientes de variação CVS (sistemático), CVA (aleatório) e CVG (global) para bicos TQ15006, em função do espaçamento entre bicos.

nas alturas examinadas. Para esse bico, as variabilidades aleatórias quase sempre se mostram baixas, ganhando importância a parte sistemática.

### CONCLUSÃO

A fórmula proposta para estimar o coeficiente de variação combinada da distribuição de líquidos por bicos de pulverização é:

$$CVG = [(CVA)^2 + (CVS)^2]^{1/2}$$

### REFERÊNCIAS

- DeBOER, L.J.; WIENS, E.H. *Test procedures for granular applicator performance testing*. St. Joseph, MI: ASAE, 1983. (ASAE Paper, 83-1504).
- GALLI, J.C.; MATUO, T.; SIQUEIRA, E.C. Padrão de distribuição de alguns bicos hidráulicos. *Planta Daninha*, Piracicaba, v.6, n.2, p.144-150, 1983.
- MATUO, T.; PERESSIN, V.A.; PERECIN, D.; PIO, L.C.; BRAZ, B.A. Aplicação em jato dirigido em cana-de-açúcar. I. Espaçamento entre bicos TwinJet para aplicação do herbicida MSMA. *Engenharia Agrícola*, Campinas, v.14, p.69-82, 1994.
- NATION, H.J. The dynamic behaviour of field sprayer booms. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v.36, p.61-70, 1982.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Material de lucha contra los vectores*. Ginebra, 1976. 189p.
- PERECIN, D.; PERESSIN, V.A.; MATUO, T.; BARBOSA, J.C.; PIO, L.C.; BRAZ, B.A. Padrões de distribuição obtidos com bicos TwinJet, em função da altura e do espaçamento entre bicos. *Engenharia Agrícola*, Campinas, v.14, p.19-30, 1994.
- ROTH, L.O.; WHITNEY, R.W.; KUHLMAN, D.K. Application uniformity and some non-symmetrical distribution patterns of agricultural chemicals. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v.28, n.1, p.47-50, 1985.
- SARTORI, S. Pulverizadores para aplicação terrestre tratorizada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1., 1985. Jaboticabal *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1985. p.47-79.
- WOLF, D.D.; SMITH, E.S. Uniformity of seed and fertilizer distribution with a hand-operated spinning spreader. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v.22, n.4, p.761-762, 1979.