

EFEITO DO VENTO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POR MICROASPERSORES DAN 2001

Marco Antônio Fonseca Conceição¹; Rubens Duarte Coelho²

¹*Estação Experimental de Viticultura Tropical, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Uva e Vinho, Jales, SP, marcoafc@cnpqv.embrapa.br*

²*Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.*

1 RESUMO

A ocorrência de ventos pode modificar a distribuição da água aplicada por microaspersores, comprometendo a eficiência e a uniformidade de aplicação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição de água aplicada por microaspersores operando sob condição de vento, comparando-a com a distribuição sem vento. As avaliações experimentais foram realizadas em condições de laboratório empregando-se microaspersores da marca DAN 2001, com diâmetros de bocais iguais a 0,84 mm (violeta), 1,00 mm (cinza), 1,10 mm (marrom), 1,25 mm (azul), 1,33 mm (verde), 1,48 mm (laranja) e 1,75 mm (amarelo). Os bocais violeta, cinza e marrom trabalharam com rotor preto e os demais bocais trabalharam com rotor azul. O efeito do vento foi provocado artificialmente empregando-se um conjunto de quatorze ventiladores de 200 W de potência e 0,50 m de diâmetro interno. As áreas molhadas e os volumes coletados em condições de vento foram inferiores aos obtidos na ausência de vento, enquanto que as intensidades médias de precipitação com vento foram superiores às sem vento.

UNITERMOS: eficiência de aplicação, irrigação, microaspersão.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; COELHO, R. D.

WIND EFFECT ON WATER DISTRIBUTION USING MICROSPRINKLERS

2 ABSTRACT

Wind occurrence can modify water distribution using micro sprinklers, reducing application efficiency and uniformity. The present work had as a general objective to evaluate the water distribution using micro sprinklers under windy condition. Experimental tests were carried out in laboratory using DAN 2001 micro sprinklers with nozzle sizes of 0.84 mm (violet), 1.00 mm (gray), 1.10 mm (brown), 1.25 mm (blue), 1.33 mm (green), 1.48 mm (orange) and 1.75 mm (yellow). The violet, gray and brown nozzles operated using black spin and the others used blue spin. The wind effect was artificially simulated using fourteen fans (200 W power). Windy wetted areas and collected volumes were smaller than those obtained in windless conditions, whereas the average precipitation intensities were higher than those without wind.

KEY WORDS: application efficiency, irrigation, micro irrigation.

3 INTRODUÇÃO

A ocorrência de ventos durante a aplicação de água em sistemas de aspersão ou microaspersão faz aumentar as perdas por evaporação e deriva, além de afetar a uniformidade de distribuição espacial de água. Vários estudos foram realizados sobre a distribuição e as perdas de água em sistemas de aspersão sob condições de vento, enquanto que poucos trabalhos foram desenvolvidos sobre o efeito do vento na distribuição de água aplicada por microaspersores.

Alves et al. (1997a) determinaram a distribuição de água de um microaspersor de longo alcance com espaçamento de 6,0 m x 12,0 m, diâmetro de bocal igual a 2,0 mm, em três alturas de instalação (0,30 m; 1,00 m e 2,00 m do solo) e três velocidades médias de vento ($0,53 \text{ m s}^{-1}$; $1,62 \text{ m s}^{-1}$ e $2,58 \text{ m s}^{-1}$). Para a altura de 0,30 m as perdas por evaporação e deriva variaram entre 12,1% e 21,2%; para a altura de 1,00 m elas ficaram entre 20,1% e 27,9%; e a 2,00 m de altura as perdas se situaram entre 28,6% e 33,4%, sendo que os valores das perdas foram proporcionais à velocidade do vento em todos os casos.

Dantas Neto et al. (1997) estudaram o comportamento do microaspersor NAAN 7110, na presença e na ausência de vento. Os ensaios com vento foram realizados com a pressão de serviço igual a 200 kPa e uma vazão de, aproximadamente, 40 L h^{-1} . Os autores observaram que a velocidade do vento não influenciou o diâmetro médio molhado do microaspersor. As precipitações médias coletadas, entretanto, diminuíram com o aumento da velocidade do vento, que foi medida a uma altura de 0,50 m do solo. Para velocidades na faixa de até $0,56 \text{ m s}^{-1}$, a precipitação média foi de $2,45 \text{ mm h}^{-1}$. Essa

precipitação chegou a $1,53 \text{ mm h}^{-1}$, quando a velocidade do vento ficou entre $1,67 \text{ m s}^{-1}$ e $2,22 \text{ m s}^{-1}$.

Medeiros et al. (1998) avaliaram a influência do vento na eficiência potencial de aplicação referente ao microaspersor NAAN 7110, operando em condições de campo. Para a realização dos ensaios foram instaladas duas linhas de pluviômetros perpendiculares entre si, ficando o microaspersor na intersecção das mesmas. O cálculo da eficiência foi obtido dividindo-se os volumes coletado e aplicado pelo emissor. Os autores observaram que a eficiência diminuiu com o aumento da velocidade do vento, registrando-se perdas por evaporação iguais a 20,6% e 24,38% para velocidades de $1,9 \text{ m s}^{-1}$ e $2,0 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente.

Souza et al. (2003) estudaram a influência da inclinação da haste e da ação do vento sobre microaspersores DAN 2001 autocompensantes com rotor. Os bocais estudados foram os de cores violeta, verde e amarelo, com diâmetros iguais a 0,84 mm, 1,33 mm e 1,75 mm. As inclinações estudadas foram as de $90,0^\circ$, $78,7^\circ$, $67,5^\circ$ e $45,0^\circ$ em relação à horizontal. Observou-se que, em geral, a razão entre os volumes coletados com vento e sem vento aumentaram com a redução da inclinação da haste, devido à maior concentração do jato nas regiões mais próximas ao microaspersor. As maiores razões corresponderam ao bocal amarelo variando entre 86% e 96%, e as menores foram observadas para o bocal violeta com valores entre 42% e 75%.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do vento sobre a distribuição de água aplicada por microaspersores DAN 2001 operando em condições controladas, comparando os resultados obtidos com os determinados na ausência de vento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações experimentais foram realizadas no laboratório de irrigação do Departamento de Engenharia Rural (DER) da ESALQ/USP em Piracicaba, SP. Foram utilizados microaspersores autocompensantes com rotores, da marca DAN 2001, operando sob uma pressão de serviço igual a 250 kPa e vazões nominais iguais a 20 L h⁻¹ (bocal violeta), 28 L h⁻¹ (bocal cinza), 35 L h⁻¹ (bocal marrom), 47 L h⁻¹ (bocal azul), 55 L h⁻¹ (bocal verde), 70 L h⁻¹ (bocal laranja) e 95 L h⁻¹ (bocal amarelo). Os respectivos diâmetros dos bocais foram 0,84 mm (violeta), 1,00 mm (cinza), 1,10 mm (marrom), 1,25 mm (azul), 1,33 mm (verde), 1,48 mm (laranja) e 1,75 mm (amarelo). Segundo o fabricante, os bocais de menor vazão devem trabalhar com os rotores laranja, preto e azul, em escala crescente de diâmetro molhado. Já os de maior vazão devem operar com os rotores preto, azul e vermelho. Optou-se, no presente trabalho, escolher o rotor central de cada categoria para a realização dos ensaios. Assim, os bocais violeta, cinza e marrom trabalharam com rotor preto, que proporcionou um menor raio de alcance. Os demais bocais trabalharam com rotor azul, de maior raio de alcance.

Para se determinar os perfis de distribuição dos microaspersores na ausência de vento foram empregados três séries de coletores com 0,085 m de diâmetro e 0,13 m de altura, dispostos radialmente a partir do microaspersor, com distâncias de 0,20 m entre eles. O perfil correspondente a cada emissor foi obtido a partir das médias calculadas com base nas três séries de pluviômetros. O volume coletado em cada pluviômetro foi determinado empregando-se provetas com precisão de 0,1 mL. As intensidades de precipitação foram obtidas dividindo-se o

volume coletado pela respectiva área do pluviômetro e pelo tempo de duração do ensaio.

Os ensaios tiveram duração de uma hora cada um e foram realizados no período inicial da manhã, em condições de temperatura amena e alta umidade relativa do ar, ficando os bocais dos microaspersores a uma altura de 0,38 m do solo. Antes de cada ensaio foram determinadas as vazões dos emissores pelo método volumétrico, empregando-se uma balança digital para se obter a massa de água coletada que, multiplicada pela massa específica da água, resultou no volume correspondente. A massa específica foi considerada como sendo igual a 1,0 kg dm⁻³.

O efeito do vento foi provocado artificialmente empregando-se um conjunto de quatorze ventiladores de 200 W de potência e 0,50 m de diâmetro interno. Os ventiladores foram colocados em duas fileiras sobrepostas com sete ventiladores em cada uma (Figura 1). Considerando-se o centro de cada ventilador, a fileira inferior ficou a uma distância de 0,50 m e a superior ficou a 1,20 m do piso do laboratório. Essa disposição em duas fileiras visou fazer com que o fluxo de ar da fileira inferior incidisse sobre o microaspersor em uma direção paralela ao solo.

A distribuição de água em condições de vento foi determinada empregando-se coletores plásticos de 0,085 m de diâmetro e 0,13 m de altura, espaçados em 0,50 m x 0,50 m, ocupando a metade da área de abrangência do microaspersor paralela à direção do vento. A primeira fileira de coletores ficou a uma distância de 1,35 m da bateria de ventiladores. O número de coletores a montante do microaspersor foi menor do que a jusante, uma vez que em ensaios preliminares verificou-se que a distribuição de água com vento tornava-se assimétrica.

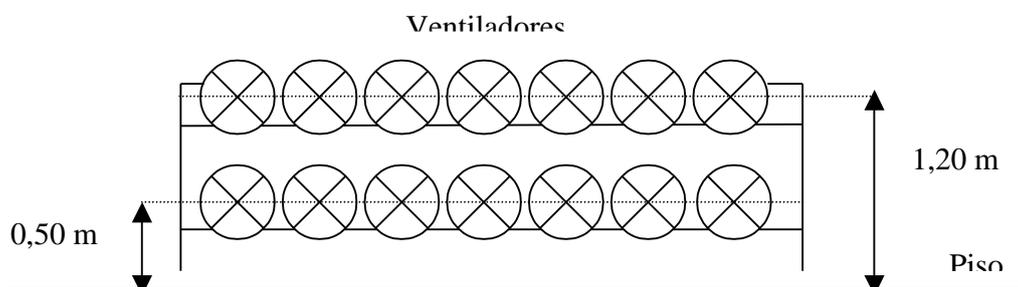


Figura 1. Esquema representativo da bateria de ventiladores empregada nos ensaios.

A velocidade do vento foi determinada utilizando-se um anemômetro digital portátil, fazendo-se dez leituras a uma altura igual a 0,38 m (altura do bocal do microaspersor), em cada ponto referente à localização dos pluviômetros, que ficaram espaçados em uma malha de 0,50 m x 0,50 m de distância. Como velocidade de referência foi utilizada a velocidade média entre as áreas e os volumes registrados com e sem vento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de abrangência do microaspersor apresentou uma largura variando de 3,0 m a 7,0 m na direção perpendicular ao vento (metade para cada lado do microaspersor), conforme o bocal utilizado. Somente o bocal amarelo alcançou a largura máxima da área, sendo que o menor valor foi obtido com o bocal violeta. Com base nas leituras obtidas com o anemômetro digital em diferentes pontos, verificou-se que a velocidade de vento (V_v) não foi uniforme nessa área de abrangência, apresentando uma tendência de redução com a distância aos ventiladores e do centro para a periferia. Analisando somente o perfil central na linha onde estava posicionado o microaspersor, o valor médio de V_v foi igual a $3,2 \text{ m s}^{-1}$, com um coeficiente de variação (CV) igual a 30,6%. De 2,0 m a montante do microaspersor a 2,0 m a jusante as velocidades foram mais uniformes, apresentando um CV igual a 7,3%. Em nenhum dos bocais testados foram coletadas lâminas de água a distâncias superiores a 1,50 m a montante do microaspersor.

O principal efeito do vento sobre os perfis de distribuição foi o de eliminar a simetria em relação ao microaspersor, observada nas condições sem vento (Figuras 2 e 3). Os aumentos relativos dos raios de alcance no sentido do vento foram iguais a 36%, em média, para os bocais que trabalharam com rotor preto; e de 21% para os bocais com rotor azul, quando comparados com as condições sem vento. O menor valor apresentado pelos bocais com rotor azul foi devido ao maior raio de alcance deles

registrada sobre o perfil onde encontrava-se o microaspersor.

A avaliação do efeito do vento sobre a distribuição de água foi efetuada considerando as intensidades de precipitação referentes às áreas de abrangência dos microaspersores na presença e na ausência de vento. Os critérios comparativos empregados foram as relações em condições sem vento, fazendo com que os percentuais relativos fossem menores. Para todos os bocais empregados houve um deslocamento da maior parte da área molhada a montante para a jusante do microaspersor, sendo que para o bocal violeta esse deslocamento foi praticamente completo (Figuras 4 e 5).

Essa perda de simetria na distribuição de água dos microaspersores em condições de vento pode comprometer a eficiência de aplicação de água e nutrientes, considerando-se que em várias regiões da área coberta pelo sistema radicular da cultura haverá um déficit de irrigação, enquanto em outras ocorrerão lâminas excessivas que poderão provocar perdas por percolação.

As áreas molhadas superficiais, em condições de vento, foram menores do que as observadas na ausência de vento (ACV/ASV), fazendo com que as intensidades médias de aplicação apresentassem valores maiores na presença de vento em relação às obtidas sem vento (ICV/ISV), conforme observa-se na Tabela 1. A maior redução de área ocorreu com o bocal laranja e a menor foi obtida com o bocal marrom, com áreas molhadas em condições de vento iguais a 43,5% e 70,6% das registradas na ausência de vento, respectivamente.

As razões entre os volumes coletados com e sem vento (VCV/VSV) variaram entre 69,8% e 82,9%, com um valor médio igual a 76,6%, fazendo com que as perdas por deriva e evaporação da água (PDE) fossem de 23,4%, em média. Esse valor de PDE pode ser considerado alto, uma vez que os ensaios foram realizados em ambiente fechado e em períodos de temperatura amena e alta umidade relativa do ar. As condições ambientais em que foram realizados os ensaios fizeram, assim, com que o vento fosse o principal fator para a ocorrência dessas perdas.

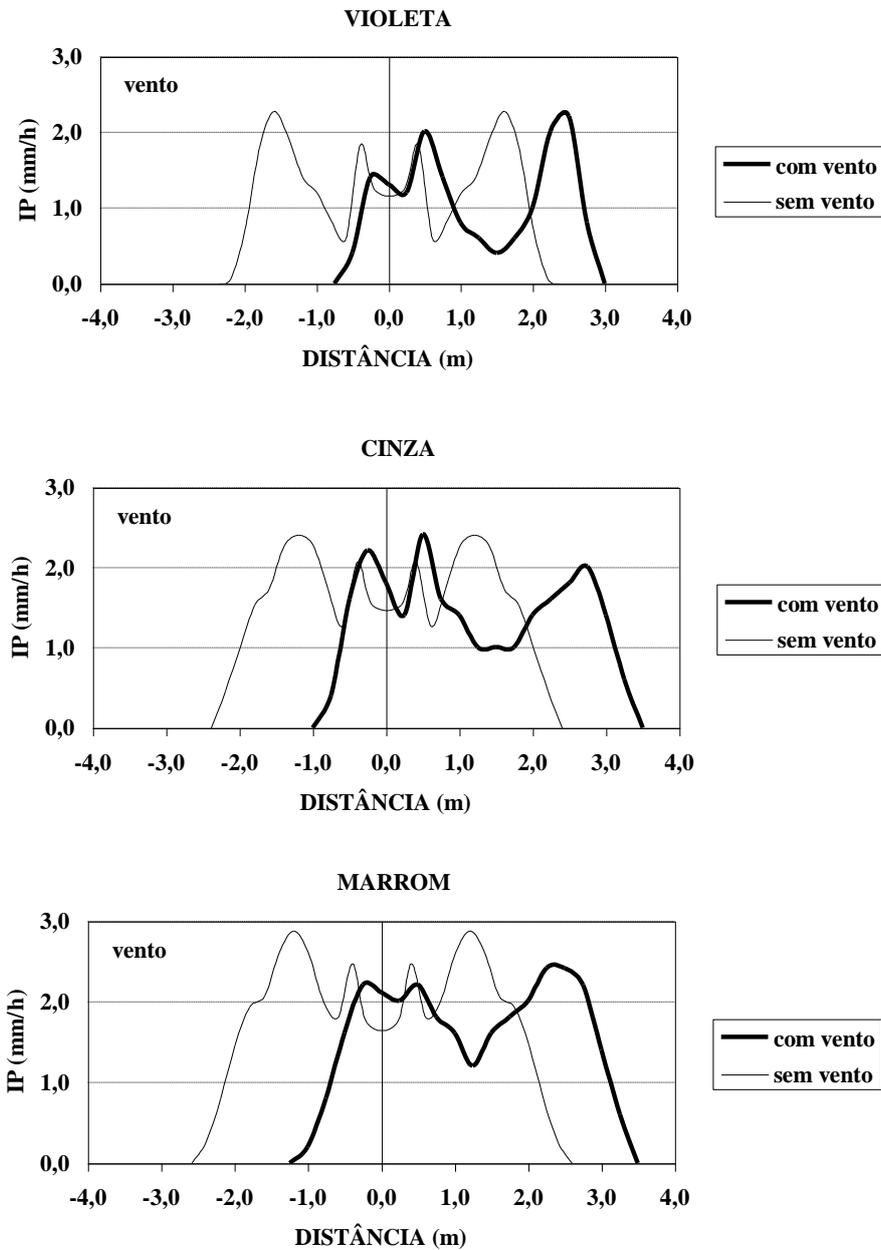


Figura 2. Perfis de intensidade de precipitação (IP) com e sem vento para microaspersores DAN 2001 operando com rotor preto e bocais violeta, cinza e marrom.

Tabela 1. Relação da área molhada com vento em relação à sem vento (ACV/ASV); volume coletado com vento sobre o volume coletado sem vento (VCV/VSV); razão entre as intensidades médias de aplicação com e sem vento (ICV/ISV); perdas por deriva e evaporação (PDE).

BOCAL	Violeta	Cinza	Marrom	Azul	Verde	Laranja	Amarelo
ACV/ASV (%)	48,3	63,4	70,6	61,7	56,5	43,5	67,6
VCV/VSV (%)	74,9	78,6	82,9	81,6	72,7	69,8	75,8
ICV/ISV (%)	155,1	124,0	117,4	132,3	128,7	160,5	112,1
PDE (%)	25,1	21,4	17,1	18,4	27,3	30,2	24,2

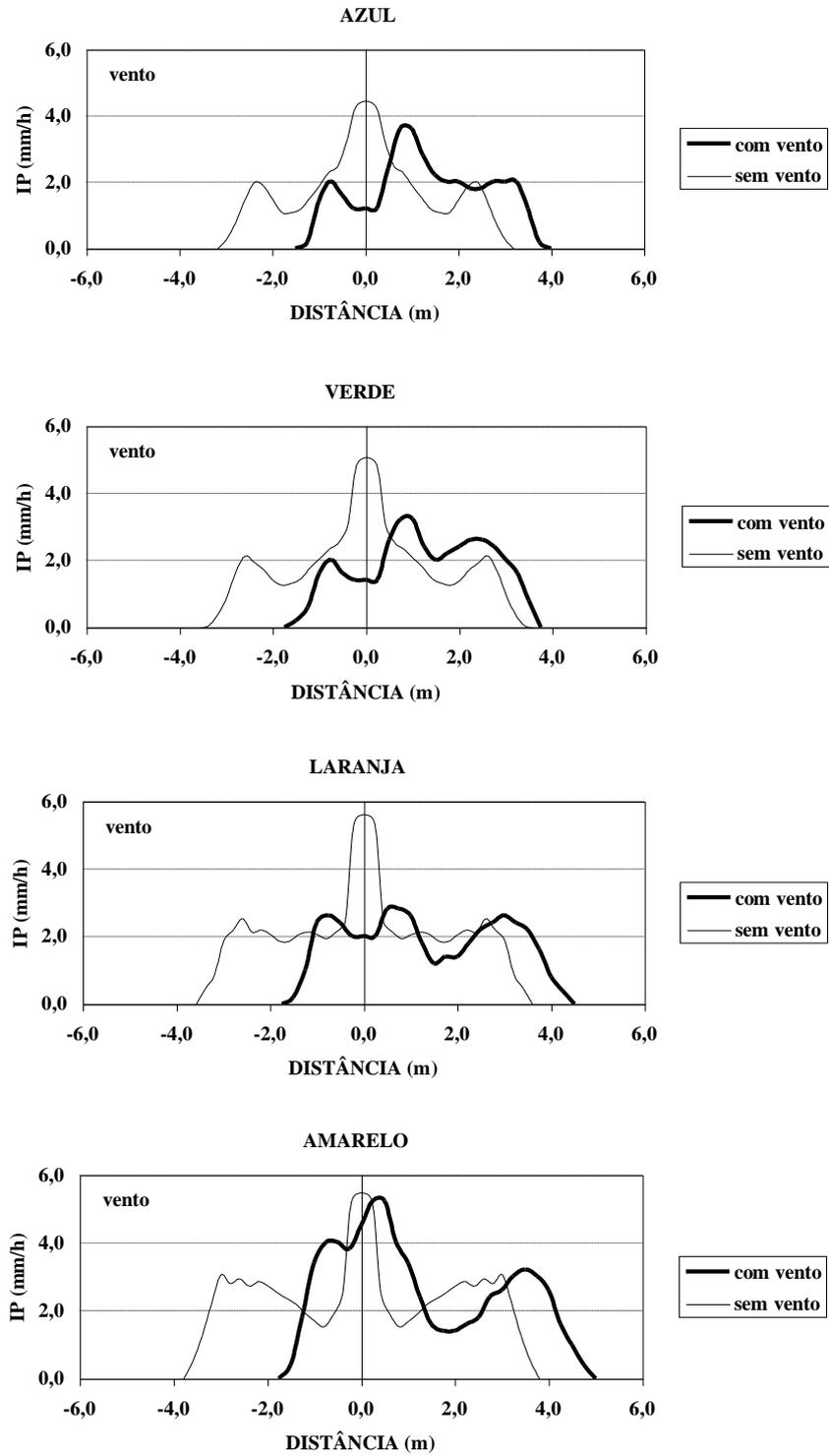


Figura 3. Perfis de intensidade de precipitação (IP) com e sem vento para microaspersores DAN 2001 operando com rotor azul e bocais azul, verde, laranja e amarelo.

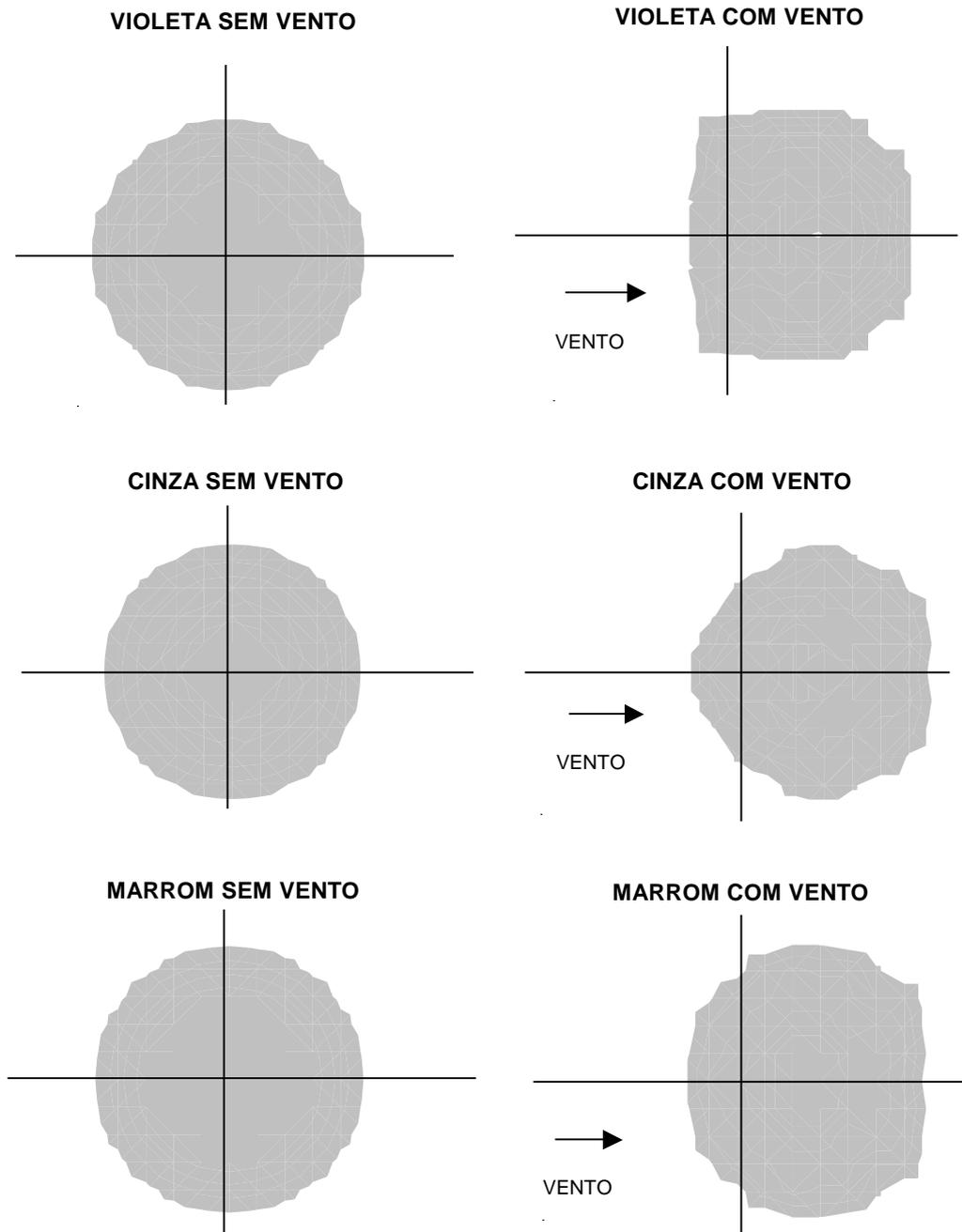


Figura 4. Distribuição espacial das áreas molhadas pelos microaspersores DAN 2001 com e sem vento operando com rotor preto e bocais violeta, cinza e marrom.

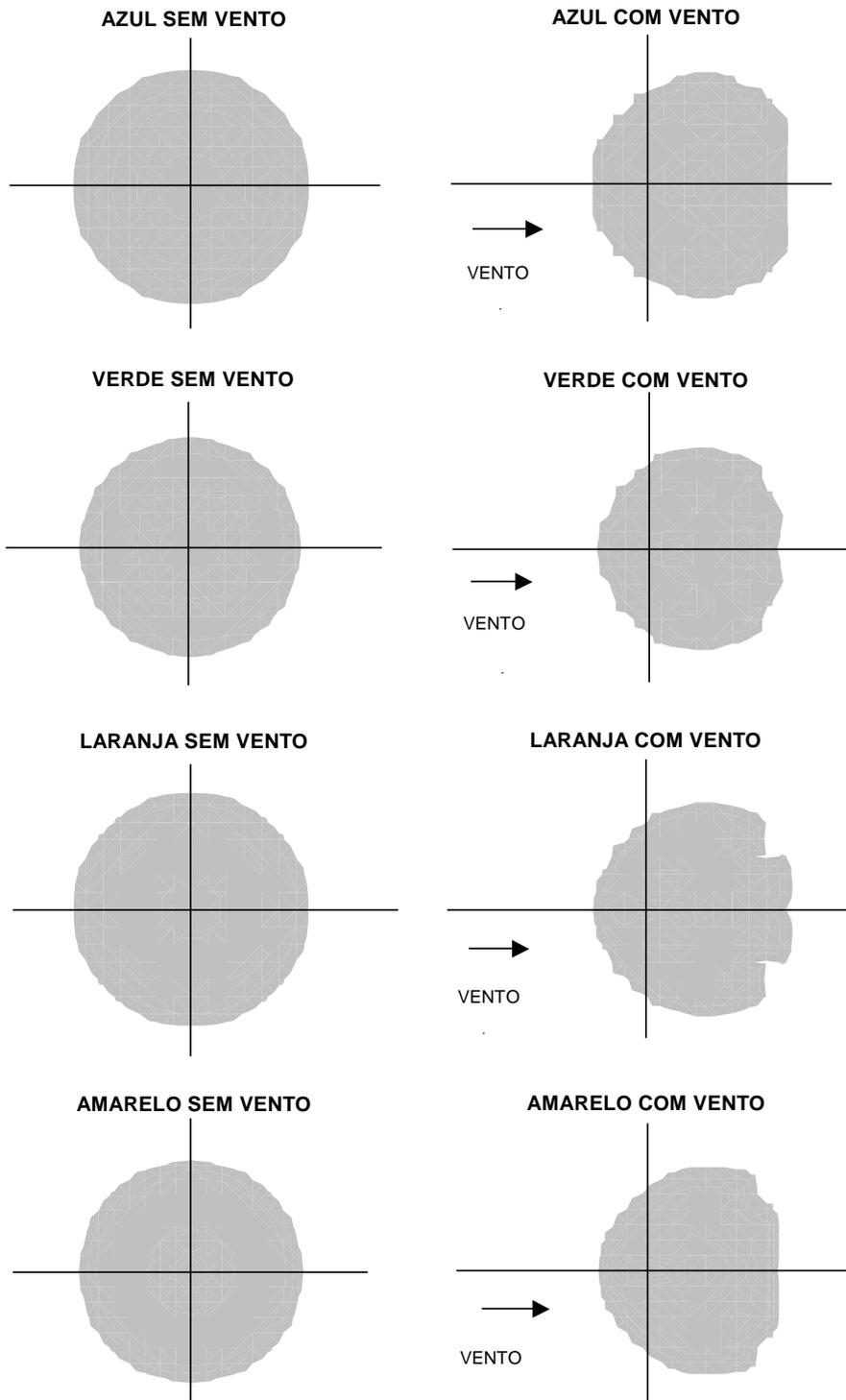


Figura 5. Distribuição espacial das áreas molhadas pelos microaspersores DAN 2001 com e sem vento operando com rotor azul e bocais azul, verde, laranja e amarelo.

Verifica-se que os menores valores de PDE foram obtidos para os bocais marrom e azul, de diâmetros e vazões intermediárias (Tabela 1). Com a diminuição dos bocais, em relação a esses dois, reduzem-se os diâmetros de gotas, fazendo com que as mesmas fiquem mais sujeitas à deriva e à evaporação. Os bocais de maiores diâmetros aplicam água a distâncias maiores, aumentando o tempo de oportunidade em que as gotas ficam sujeitas ao vento. O volume percentual de gotas com diâmetro maior que 1,0 mm aplicado pelo bocal amarelo é superior ao dos demais bocais (CONCEIÇÃO, 2002), fazendo com que o valor de PDE para ele tenha se reduzido, em relação aos bocais verde e laranja.

Vários trabalhos mostraram que as perdas por evaporação e deriva em sistemas de aspersão podem apresentar valores elevados, sendo o vento um dos principais fatores contribuintes dessas perdas (CHRISTIANSEN, 1942; FROST & SCHWALEN, 1955; YAZAR, 1984; FACI & BERCERO, 1991; PAZ et al., 1991; ABO-GHOBAR, 1992; ALVES et al., 1997b; FACI et al., 2001).

Alves et al. (1997a) encontraram perdas durante a aplicação variando entre 12,1% e 21,2% para microaspersores instalados a 0,30 m de altura do solo e velocidades do vento entre $0,53 \text{ m s}^{-1}$ e $2,58 \text{ m s}^{-1}$. Deve-se observar que, além de serem empregados microaspersores de marca diferente dos utilizados por Alves et al. (1997a), no presente trabalho a altura de instalação e a velocidade média do vento foram maiores.

Utilizando microaspersores do mesmo modelo (DAN 2001) e, também, operando em condições de laboratório, Souza et al. (2003) encontraram diferenças entre os volumes coletados com e sem vento variando de 14% e 58%, para o emissor posicionado perpendicularmente em relação ao piso do laboratório. Esses valores diferiram dos apresentados na Tabela 1, devido ao fato dos autores terem estimado o volume total em condição de vento a partir de dados obtidos com coletores dispostos ao longo de cinco linhas radiais, sendo os valores restantes obtidos por interpolação. Outro fator que explica essas diferenças foi o uso de rotor preto para o bocal amarelo, que foi o que apresentou

as menores perdas, segundo os autores. Observa-se na Tabela 1 que as perdas por deriva e evaporação (PDE) para os bocais que empregaram rotor preto (violeta, cinza e marrom) tendem a reduzir-se com o aumento do diâmetro do bocal.

CONCLUSÕES

As áreas molhadas e os volumes coletados em condições de vento foram inferiores aos obtidos na ausência de vento, enquanto que as intensidades médias de precipitação com vento foram superiores às sem vento. As perdas de água por deriva e evaporação na presença de vento representaram entre 17,1% e 30,2% do volume total aplicado sem vento. Os altos valores das perdas por evaporação e deriva (PDE), além das alterações encontradas na sua distribuição de água, indicaram que podem ocorrer reduções acentuadas na eficiência de aplicação dos sistemas de microaspersão sob condições de vento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABO-GHOBAR, H.M. Losses from low-pressure center pivot irrigation systems in a desert climate as affected by nozzle height. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.21, n.1, p.23-32, 1992.
- ALVES, E.F.; LEÃO, M.C.S.; CASTRO, P.T. de. Qualidade de irrigação de um microaspersor em diferentes alturas de instalação e velocidade média de vento na região do Vale do Curu. (compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997a. 1 CD-ROM.
- ALVES, E.F.; ROCHA JÚNIOR, O.C.; CASTRO, P.T. de. Perdas de água por evaporação e por arraste em um sistema de

irrigação por aspersão em diferentes espaçamentos e velocidades de vento. **Ciência Agrônômica**, Lavras, v.28, n.1/2, p.32-36, 1997b.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California, 1942. 124 p.

CONCEIÇÃO, M.A.F. **Simulação da distribuição de água em microaspersores sob condição de vento**. 2002. 110f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

DANTAS NETO, J. et al. Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor NAAN 7110, sob diferentes condições de vento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.1, n.2, p.57-61, 1997.

FACI, J.; BERCERO, A. Efecto del viento en la uniformidad y en las perdidas por evaporacion y arrastre en el riego por aspersion. **Investigacion Agraria: Produccion y Proteccion Vegetal**, Madrid, v.6, n.2, p.173-182, 1991.

FACI, J.M.; SALVADOR, R.; PLAYÁN, E. Comparison of fixed and rotating spray plate sprinklers. **Journal of Irrigation and**

Drainage Engineering, New York, v. 127, n.4, p.224-233, 2001.

FROST, K.R.; SCHWALEN, H.C. Sprinkler evaporation losses. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v.36, n.8, p.526-528, 1955.

MEDEIROS, M.G.A. et al. Influência de fatores climáticos na eficiência potencial de aplicação de água do microaspersor Naan 7110 em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.2, p.142-144.

PAZ, V.P.S. et al. Perdas de água na irrigação por aspersão, para as condições do projeto de irrigação São Gonçalo, Paraíba. **Revista Ceres**, Viçosa, v.38, n.216, p.117-124, 1991.

SOUZA, R.O.R.M. et al. Influência da inclinação da haste e da ação do vento no desempenho do microaspersor Dan-2001. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.64-77, 2003.

YAZAR, A. Evaporation and drift losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.8, n.4, p.439-449, 1984.