

VENTO E UNIFORMIDADE DA IRRIGAÇÃO DE EQUIPAMENTOS AUTOPROPELIDOS DE IRRIGAÇÃO¹

H. F. E. DE OLIVEIRA²; A. COLOMBO³; L. C. FARIA⁴; G. do PRADO⁵

RESUMO: Foi efetuado um estudo da uniformidade de distribuição de água de equipamentos autopropelidos de irrigação operando sob duas direções distintas de incidência do vento (paralela e perpendicular à linha de deslocamento do aspersor) e com velocidades de vento variando entre zero e 6 m.s^{-1} . Nas simulações do coeficiente de uniformidade de Christiansen foi considerado um aspersor PLONA-RL250 operando com ângulo de giro variando desde 180° até 360° e espaçamentos entre carregadores variando desde 30 até 100% do diâmetro molhado nominal. Em condições de vento de até 2 m.s^{-1} , a seleção de ângulos de giro entre 180° e 240° ou entre 330° e 360° mostrou-se mais vantajosa, embora esta vantagem se torne menos acentuada à medida que a velocidade aumenta. Observou-se também que o efeito danoso do vento é mais acentuado quando sua incidência é paralela ao carregador.

PALAVRAS-CHAVE: espaçamento entre carregadores, distribuição de água, vento.

WIND AND IRRIGATION UNIFORMITY OF TRAVELER GUN IRRIGATION MACHINES

ABSTRACT: An evaluation study of the water application uniformity of traveler irrigation machines operating under two different wind directions (parallel and perpendicular to the sprinkler travel path line) and wind speeds varying from zero up to 6 m.s^{-1} was carried out. Simulations of Christiansen uniformity coefficient values were obtained considering a PLONA-RL250 sprinkler operating with a rotation angles varying from 180° up to 360° and travel lane spacings varying from 30% up to 100% of the no-wind wetted diameter. Under windy speeds up to 2 m.s^{-1} the selection of rotation angles in the 180° to 240° or 330° to 360° ranges results on better performance although this advantage decreases as windy speed increases. It was also observed that the deleterious wind effect is more effective when wind direction is parallel to the sprinkler travel lane.

KEYWORDS: towpath spacing, water distribution, wind.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Lavras, com bolsa do CNPq

² Engº Agrícola, Doutorando em Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP: 37.200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 38291388. E-mail: henrique.ellias@hotmail.com

³ Professor PhD, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

INTRODUÇÃO

A uniformidade de aplicação de água é um importante aspecto da *performance* de um sistema de irrigação. Uma aplicação não uniforme resulta em perdas econômicas e compromete a qualidade ambiental. A uniformidade de aplicação de água de sistemas autopropelidos depende da combinação de diversos fatores, incluindo: (i) tipo de aspersor e características operacionais (tamanho de bocal, pressão de serviço, ângulo do jato e ângulo do setor molhado); (ii) espaçamento entre carregadores; e (iii) velocidade e direção do vento. Conforme KELLER & BLIESNER (1990), alguns aspersores acoplados em autopropelidos necessitam ser operados com ângulo de giro inferior a 360° para se obter maior uniformidade de distribuição de água. Estes autores destacam ainda, a superioridade em termos de uniformidade, dos ângulos de giro de 210° e 240°, além da uniformidade razoavelmente baixa do ângulo de 270°, comumente recomendado por projetistas de sistemas autopropelidos de irrigação.

Tendo em vista a crescente escassez de água e energia e a importância da uniformidade de aplicação de água como meio para reduzir os custos com os mesmos, enfatizando a proteção ambiental através da conservação de água, este trabalho apresenta estratégias para auxiliar na seleção das condições operacionais de equipamentos autopropelidos de irrigação, visando reduzir o consumo destes bens e incrementar a eficiência na utilização destes recursos, através do estudo do ângulo de giro em função do espaçamento entre carregadores, para aspersores autopropelidos operando sob diferentes condições de velocidade e direção do vento

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido considerando o canhão hidráulico de reversão lenta PLONA- RL250 operando com bocais 14 x 5 mm e pressão de serviço 392 kPa. Utilizou-se uma rotina, em Visual Basic para Aplicativos (VBA) da planilha Excel, baseada no modelo RICHARDS & WEATHERHEAD (1993), para simular a distribuição espacial da água aplicada pelo PLONA-RL250 operando isoladamente sob diferentes condições de vento (OLIVEIRA, 2008). Os seguintes valores de entrada são requeridos pela rotina utilizada: (i) as coordenadas (x,y) de coletores fictícios, com espaçamento regular de 6 m, tomadas no sistema de eixos orientados centrados no aspersor; (ii) a velocidade a 2 m de altura e a direção do vento em relação ao sistema de eixos centrado no aspersor; (iii) o ângulo de saída do jato de água em relação ao plano horizontal (que para o PLONA- RL250 é 24°); (iv) o perfil radial de aplicação de água do canhão PLONA-RL250 operando na ausência de vento, conforme

fornecido pelo aplicativo SIMULASOFT (PRADO, 2008) para as condições operacionais selecionadas; (v) o ângulo de giro do aspensor, proporcionado pela regulação do mecanismo setorial (α em graus); (vi) valores das constantes empíricas do modelo de RICHARDS & WEATHERHEAD (1993), ajustadas para o aspensor PLONA-RL250 e adimensionalizadas pelo raio de alcance ($R = 33,79$ m) por OLIVEIRA (2008) : $A/R = 0,0362 \text{ s.m}^{-1}$; $B/R = 0,0131 \text{ s.m}^{-1}$; $C/R = -0,0097 \text{ s.m}^{-1}$; $D/R = 0,0026 \text{ s.m}^{-1}$; $E/R = 0,4003 \text{ s.m}^{-1}$ e $F = -0,3361 \text{ s.m}^{-1}$. Esta rotina gerou valores de precipitação (mm.h^{-1}) ao longo de uma malha de pontos (coletores fictícios) uniformemente distribuídos ao redor do aspensor (Figura 1).

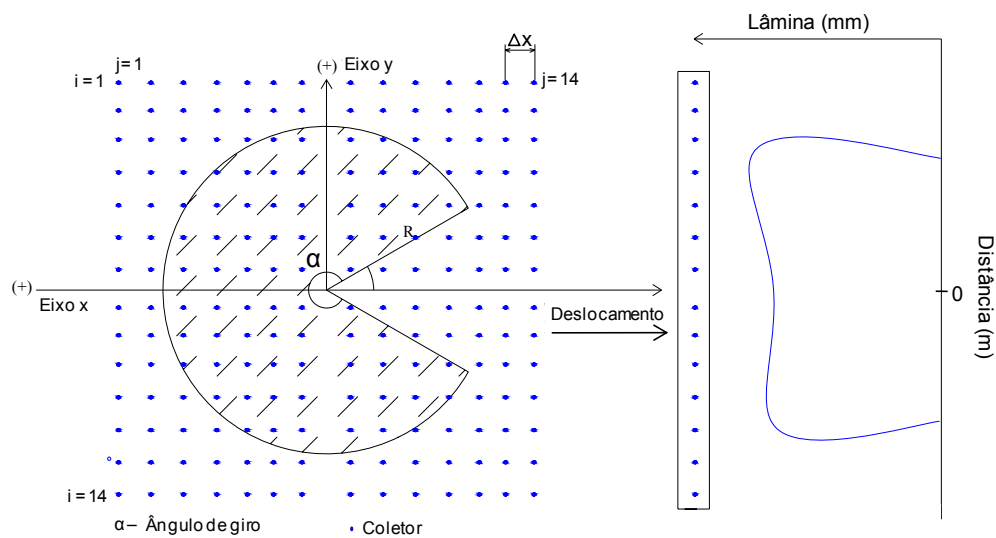


FIGURA 1. Conversão dos valores de intensidade de precipitação da malha de ensaio estacionário do aspensor isolado em valores de lâminas de água aplicadas ao longo de uma linha perpendicular à trajetória de deslocamento linear do mesmo aspensor.

Posteriormente, para a modelagem da uniformidade de aplicação de água do aspensor operando em sistemas autopropelidos, com diferentes espaçamentos entre carreadores, a malha gerada, contendo valores de intensidade de precipitação, foi transformada em um perfil transversal de aplicação de água, contendo valores de lâmina aplicada, utilizando-se para tanto, conforme esquematizado na Figura 1, metodologia semelhante à descrita por NEWELL (2003) e SMITH et al. (2008) que tem como base a aplicação da Equação 1:

$$L_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij} \cdot \Delta x)}{v} \quad (1)$$

em que,

L_i = lâmina, de índice i aplicada ao longo da linha perpendicular ao deslocamento linear do aspensor, mm;

$I_{0(i,j)obs}$ = intensidade de aplicação de água no coletor de índice i, j, da malha de coletores do ensaio de distribuição de água, mm.h^{-1} ;

Δx = espaçamento regular entre coletores, m;

v = velocidade de deslocamento linear do aspersor; que nas simulações foi sempre igual a 50 m.h^{-1} .

Para a combinação de bocais e pressão do aspersor PLONA-RL250 selecionada, foram efetuadas simulações considerando o mecanismo setorial do aspersor regulado para giro desde 180° até 360° e combinações de quatro velocidades distintas de vento (desde zero até 6 m.s^{-1} , com acréscimo constante de 2 m.s^{-1}) com duas direções de incidência do vento (paralela e perpendicular) em relação ao eixo de deslocamento linear do aspersor esquematizado na Figura 1. Os perfis transversais de aplicação de água, correspondentes a estas simulações, foram sobrepostos lateralmente, reproduzindo valores de lâmina aplicada em diferentes espaçamentos entre carregadores, todos múltiplos de 6 m e com dimensões variando desde 30% até 100% do diâmetro molhado do aspersor na condição de ausência de vento. Finalmente, em cada perfil sobreposto foi calculado coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC - %) das lâminas aplicadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentadas, as superfícies de resposta dos valores de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC - %) em função do espaçamento entre carregadores, expresso em porcentagem do diâmetro molhado (DM, %) e do ângulo de giro do aspersor (α , graus). Na coluna da esquerda desta figura são apresentadas, para quatro velocidades de vento (0, 2, 4 e 6 m.s^{-1}) as superfícies de reposta obtidas quando foi considerada uma direção de incidência do vento paralela à linha de deslocamento do aspersor. Na coluna da direita apresentam-se as superfícies de resposta obtidas com as mesmas velocidades de vento, mas com uma incidência do vento perpendicular à linha de deslocamento do aspersor.

Para um mesmo valor de velocidade do vento, a comparação entre as superfícies de resposta correspondentes a diferentes direções de incidência do vento, deixa claro que, quando o vento incide com direção paralela à direção de caminhamento do aspersor, ocorre uma redução mais acentuada no valor de CUC. Este comportamento é esperado, uma vez que a incidência do vento com uma direção paralela ao caminhamento provoca a mesma redução no raio de alcance do aspersor em ambos os lados do carregador, não havendo a possibilidade de compensação, entre aumento e redução do alcance, que ocorre quando a incidência do vento é perpendicular à linha de caminhamento do aspersor.

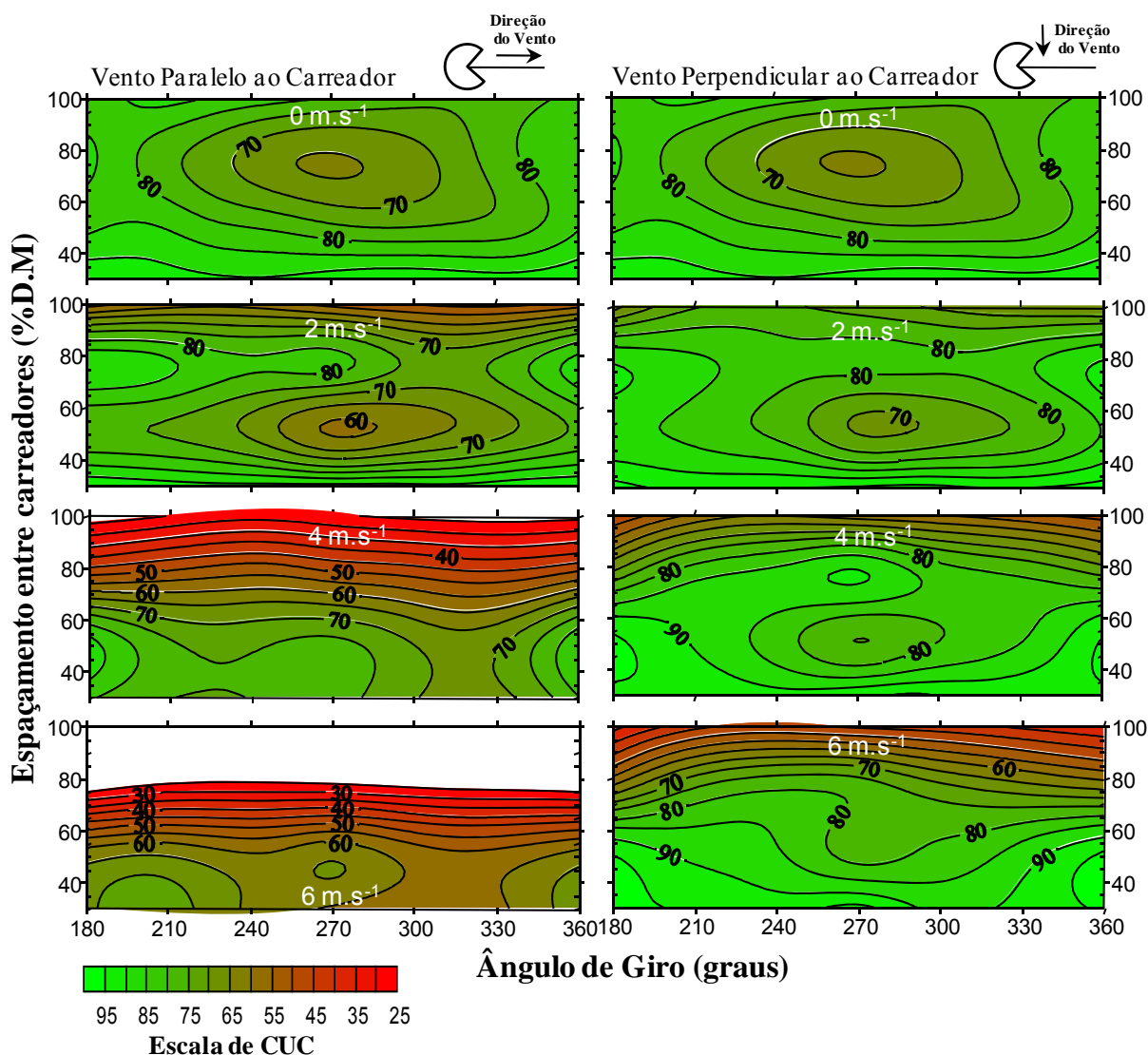


FIGURA 2. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), em função do ângulo de giro e do espaçamento entre carreadores do aspersor PLONA-RL250 operando sob condições de vento.

A diferença de comportamento das superfícies de resposta de CUC em função do ângulo de giro selecionado é também ilustrada na Figura 2. As superfícies de resposta apresentadas não justificam a superioridade do ângulo de 270° , que segundo ROCHA (2000) é recomendada pela maioria dos projetistas de sistemas autopropelidos de irrigação. No entanto, a superioridade de desempenho alcançada com ângulos entre 180° e 210° ou entre 330° e 360° confirma as recomendações de KELLER & BLIESNER (1990) e de TARJUELO (2005) no sentido de se utilizar ângulos próximos de 180° ou 360° .

CONCLUSÕES

As simulações de uniformidade de sistemas autopropelidos indicam que as recomendações de espaçamento entre carregadores devem considerar tanto a velocidades de vento como também a sua direção de incidência em relação à linha de deslocamento do aspersor.

REFERÊNCIAS

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: AnaviBook/Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

NEWELL, G. **Traveling gun simulation model TRAVGUN**: user's manual and technical documentation. Toowoomba: National Centre for Engineering in Agriculture, 2003. 89 p.

OLIVEIRA, H. F. E. **Modelagem semi-empírica da distribuição de água de aspersores autopropelidos sob diferentes condições de vento**. Lavras, 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UFLA.

PRADO, G. **Modelagem da aplicação de água com canhões hidráulicos sob diferentes condições de vento**. Lavras, 2008. 121p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UFLA.

RICHARDS, P. J.; WEATHERHEAD, E. K. Prediction of raingun application patterns in windy conditions. **Journal Agricultural Engeering Research**, v. 54, p. 281-291, 1993.

ROCHA, A. F. **Desempenho de um equipamento de irrigação autopropelido em condições de campo**. Lavras, 2000. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UFLA.

SMITH, R. J.; GILLIES, M. H.; NEWELL, G.; FOLEY, J. P. A decision support model for travelling gun irrigation machines, **Biosystems Engineering**. v.100, p.126-136, 2008.

TARJUELLO, M. B. **El riego por aspersion y su tecnologia**. Madrid Ediciones Mundi-Prensa, 2005. 581p.