

PERDAS DE ÁGUA POR EVAPORAÇÃO E POR ARRASTE EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E VELOCIDADES DE VENTO

Water losses in sprinkler irrigation system as influenced by spacing between emitters, kind of sprinkler, and wind speed

ERIKA FACÓ ALVES*
ODÍLIO COIMBRA ROCHA JÚNIOR**
PAULO TEODORO DE CASTRO***

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de determinar a influência de cinco espaçamentos entre emissores (12 x 12 m, 12 x 18 m, 18 x 18 m e 24 x 24 m), dois tipos de aspersores (com um e dois bocais), e três velocidades médias de vento (0,28, 4,14 e 9,05 m/s) nas perdas de água por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste pelo vento (PDC) de um sistema de irrigação por aspersão convencional. Nas três velocidades médias de vento observadas, a maior eficiência de irrigação (EI) foi obtida no espaçamento de 12 x 12 m. Com o aumento do espaçamento, EI diminuiu e, como consequência, PDE e PDC tornaram-se maiores com as primeiras aumentando mais que as últimas. O aspersor de um bocal foi eficaz nos espaçamentos de 12 x 12 m, 12 x 18 e 18 x 18 m e o de dois, apenas nos dois primeiros, em velocidades de vento de até 4,14 m/s. Nestas combinações de tratamentos, as perdas de água foram inferiores a 30%. Em velocidades de vento mais altas, as perdas foram excessivas para todos os espaçamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência de irrigação, perdas de água, evaporação, carreamento.

SUMMARY

A field was conducted to determine water losses by evaporation (WLE) and wind drifting (WLD) in a conventional sprinkler system. It tested five spacings between emitters (12 x 12 m, 12 x 18 m, 18 x 18 m, 18 x 24 m and 24 x 24 m), two sprinklers (one and two-nozzled), and three average wind speeds (0.28, 4.14 and 9.05 m/s). Increasing spacing decreased irrigation resulting in higher values of WLE and WLD, with the former increasing more than the later. For the three wind speeds, the 12 x 12 m spacing determined highest efficiency. For wind speeds up to 4.14 m/s, the one-nozzled sprinkler was effective when used in combination with 12 x 12 m, 12 x 18 m and 18 x 18 m spacings and the two-nozzled, only with the first two spacings. In these treatment combinations, water losses were acceptable, being less than 30%. At higher wind speeds, water losses were excessive for all the spacings.

KEY WORDS: Irrigation efficiency, water losses, evaporation, wind drifting.

* Estudante do Curso de Agronomia, Bolsista da CAPES.

** Estudante do Curso de Mestrado em Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola do CCA

*** Engenheiro Agrônomo e Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola do CCA .

INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação por aspersão são muito afetados por fatores climáticos (direção e velocidade do vento, umidade relativa do ar atmosférico e temperatura ambiental). A ação do vento afeta a distribuição de água pelo aspersor, causando distorção no raio de alcance, no tamanho das gotas, na proporção de sua velocidade, para se ter um grau de pulverização mais ou menos acentuado, alterando a eficiência do sistema de irrigação (OLITTA⁷).

O vento influencia a uniformidade de distribuição e, juntamente com a temperatura e a umidade relativa do ar, elevam as perdas de água por evaporação e por carreamento, e para diminuir sua ação nociva, é necessário fazer as irrigações em um horário onde o vento não afete muito a sua performance de irrigação e/ou diminuindo o espaçamento entre aspersores, ao longo da linha lateral e/ou entre as linhas laterais, visando melhorar a qualidade de irrigação. Tanto é verdadeiro que em regiões sujeitas a ventos fortes e constantes, com baixa umidade relativa e altas temperaturas do ar, recomenda-se a irrigação localizada ou superficial para se obter um bom desempenho do sistema de aplicação de água.

Os aspersores aplicam uma maior quantidade de água nas proximidades e menor na periferia de sua área molhada, sendo que a distância entre eles deve ser planejada de tal forma que haja uma correta superposição entre os jatos de um e de outros, adjacentes, de modo a resultar numa melhor uniformidade (AZEVEDO *et al.*³). Altos índices de uniformidade, na irrigação por aspersão, estão relacionados com os menores espaçamentos entre os aspersores e, conseqüentemente, maior custo do sistema de irrigação (FRIZZONE⁵).

ASSIS², avaliando um sistema de aspersão tipo Pivot Central, observou que as perdas de água por aplicação, eram maiores à medida que aumentava a velocidade média do vento, reforçando o que já era esperado, mas a ação dos ventos, principalmente no período, provocava distorções no perfil de distribuição, através do carreamento das gotas pulverizadas.

COSTA⁴, trabalhando com autopropeleto, concluiu que à medida que a velocidade média do vento aumentava e diminuía o espaçamento entre carregadores, aumentavam os valores dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC), e de Uniformidade de Distribuição (CUD), e elevavam as

Perdas D'água por Aplicação (PDA), reforçando o que a literatura cita como verdadeiro.

ALVES¹, em pesquisa de campo na região de Paraipaba-CE, com um sistema portátil de canhão hidráulico, concluiu que as melhores condições de rega ocorrem quando a velocidade média do vento é inferior ou igual a 1 m/s e que o aumento além de 1 m/s, promove um acréscimo maior de perdas de água por evaporação, do que perdas de água por carreamento ou arraste, devido às elevadas temperaturas e baixas umidade relativas do ar, que estão associadas com às elevações de temperatura.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da velocidade média do vento e do espaçamento entre aspersores, através da metodologia proposta por MERRIAN & KELLER⁶, em um sistema de aspersão, utilizando aspersores com 01 e com 02 bocais, onde as perdas de água por aplicação (PDA) e como conseqüência, as perdas de água por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste pelo vento (PDE), são determinadas através de expressões matemáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba, localizado no município de Paracuru-CE, no período de janeiro a março de 1996. A região apresenta clima quente e úmido, com precipitações anuais médias de 1200 mm distribuídas de fevereiro a maio sendo freqüentes chuvas nos meses de janeiro e junho. A temperatura média é de 26,1°C, e os períodos mais quente coincidem com a estação seca de julho a dezembro. Segundo a classificação de KOEPPEN, o clima da região é do tipo AW' quente e úmido com amplitude térmica inferior a 5° C. O solo da área do experimento é uma areia quartzosa eutrófica A fraco, conforme análises realizadas pela equipe de pedologia da EMBRAPA (ALVES¹).

Avaliou-se um sistema de aspersão tipo convencional portátil, de fabricação SAMOTO, modelo AJ-38, diâmetro dos bocais de 3,0 x 9,0 mm, pressão de serviço recomendada de 3 a 5 kgf/cm², instalado em uma área de 6 ha cultivada com capim elefante.

O sistema de irrigação é alimentado por um conjunto eletrobomba (bomba centrifuga KING, modelo IRR-100-80-330/2, vazão de 80 m³/h e um motor trifásico WEG, com 30 CV de potência).

Na área dos testes, foram instalados 174 coletores pluviométricos (latas de óleo de cárter vazias,

pintadas de branco, com 01 (hum) litro de capacidade, e em média 9,85 cm de diâmetro), espaçados de 03 (três) metros. As condições climáticas foram determinadas mediante a instalação de uma pequena estação meteorológica nas proximidades da área de teste, composta de um anemômetro totalizador de canecas, marca WINDWEN, precisão de 0,01 m/s (velocidade do vento); uma biruta artesanal, tipo rosa dos ventos (direção do vento), ambos a 2,0 metros de altura; um termohigrógrafo, marca FVESS, precisão de 0,5° C de temperatura e 0,5% de umidade relativa do ar. A evaporação ocorrida no período foi medida com auxílio de três recipientes, iguais aos coletores pluviométricos, com 03 (três) repetições por teste e colocados à margem da área. No início de cada teste eram colocados volumes conhecidos de 100 ml de água e a leitura era tomada pela diferença entre o volume inicial e final nos recipientes. A evaporação medida em cada teste se processava através da média aritmética dos volumes evaporados nos recipientes utilizados para o período de duração dos testes.

Cada teste teve duração de uma hora, e foi aferido pelo início e término da aplicação de água pelo aspersor aos coletores pluviométricos localizados no perímetro irrigado. Vale salientar que tanto os coletores pluviométricos como os recipientes de evaporação foram fixados sobre suportes de madeira a um metro de altura do solo com duas ligas de borracha posicionados de modo que a área de coleta e/ou evaporação permanecessem em posição horizontal.

Foram processadas medições de vazão do aspersor durante a realização dos testes, com auxílio de tubulação de 2 polegadas de diâmetro interno, comprimento de 2,5 m acoplado no orifício (bocal) maior, uma tubulação de 1 polegada de diâmetro interno, com 2,5 m de comprimento acoplado no orifício (bocal) menor, um reservatório com capacidade de 200 L; e um cronômetro digital de precisão. A vazão determinada é média aritmética de 5 repetições, pela soma da vazão do bocal maior e menor para cada teste escolhido nas diferentes pressões. A pressão de serviço do emissor era medida diretamente no manômetro de marca RECORD, graduado em kgf/cm², com aproximação de 0,5 kgf/cm², acoplado no pé da haste do aspersor.

As características físicas do solo foram determinadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Ceará (UFC), e a velocidade básica de infiltração (VBI) do solo foi determinada no campo, pelo método do cilindro infiltrômetro com 10 testes.

Os dados para determinação das perdas de água por aplicação (PDA), perdas de água por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste (PDC), do sistema foram obtidos em 03 (três) velocidades médias de vento, 05 (cinco) espaçamentos entre aspersores (12m x 12m, 12m x 18m, 18m x 18m, 18m x 24m e 24m x 24m), com 05 (cinco) repetições, sendo determinados os seguintes parâmetros

- Eficiência de irrigação (EI):
- Perdas D'água por Aplicação (PDA):
- Eficiência de Aplicação em Potencial (EAP):
- Perdas D'água por Evaporação (PDE):
- Perdas D'água por Carreamento (PDC):

No presente trabalho não foram consideradas as perdas d'água por escoamento superficial (ES), devido a área experimental ser plana e a velocidade básica de infiltração (VBI) do solo, ser bastante superior à precipitação média aplicada pelo aspersor, e que as perdas d'água por drenagem profunda (PDDP), não ocorreram, pois a lâmina aplicada ao solo foi suficientemente apenas para o armazenamento na zona efetiva de raízes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01, observa-se que os aspersores com dois bocais, para baixa velocidade de vento (0,28 m/s), deve ser operado nos espaçamentos de 12 m x 12 m e 18 m x 18 m, onde as perdas d'água por aplicação (PDA) assumem valores menores que 30%, limite máximo recomendado. Como o raio de alcance do aspersor medido no campo, referente à essa velocidade de vento, é 17 m, era esperado que o espaçamento 18 x 18 m, apresentasse PDA menores que 30%, mas isso não ocorreu, ficando em torno de 33,9%. Vale aqui salientar que as perdas d'água por evaporação (PDE), foram a quase a totalidade de PDA conferindo a PDC valores bem reduzidos, reforçando mais uma vez, que há mais repercussão em PDE que em PDC, devido, possivelmente, à pulverização do jato aspergido. Para a velocidade média de vento de 4,14 m/s, somente o espaçamento 12 x 12 m, pelos motivos já comentados, pode ser utilizado, ficando os outros com PDA maiores que 30%, portanto, devem ser evitados. Já a velocidade média de 9,05 m/s, todos os espaçamentos não apresentam desempenho adequado sendo impróprios para utilização no campo.

Na Tabela 02, observa-se que com o aspersor

de um bocal e velocidade média do vento 0,14 m/s, registrada de 5 às 6 h da manhã, admite-se a utilização dos espaçamentos de 12 x 12 m, 12 x 18 m e 18 x 18 m, pois a eficiência de irrigação (EI) apresenta valores superiores à 70%, sendo que a repercussão dessas perdas se faz mais em PDE que em PDC. Para a velocidade média de vento de 4,09 m/s, ocorrida no horário das 10 às 11 h, os espaçamentos de 12 x 12 m e 12 m x 18 m, pelos mesmos motivos apresentados, devem ser utilizados, ficando os outros impróprios para manejo de campo, por apresentarem EI menor que 70%, e PDA maiores que 30%. Para a velocidade média de vento de 7,22 m/s, em horário de 15 às 16 h, todos os espaçamentos estudados são impróprios para uso em campo. Mais uma vez, das perdas d'água por aplicação (PDA), PDE, nas três velocidades de vento estudadas, tiveram maiores valores que as perdas d'água por carreamento ou arraste pelo vento (PDC).

Comparando-se as Tabelas 01 e 02, observa-se uma diferença pequena de eficiência em favor do aspersor de um bocal que na velocidade de vento mais baixa, pode ser usado nos espaçamentos de 12 x 12 m, 12 x 18 m e 18 x 18 m, enquanto o de dois, apenas dois primeiros. Para a velocidade de vento em torno de 4 m/s, o aspersor de 01 (hum) bocal deve ser utilizados nos espaçamentos 12 m x 12 m e 12 m x 18 m, enquanto o de 02 (dois) bocais apenas no de 12 m x 12 m. Nas velocidades de vento mais altas, os rendimentos de ambos aspersores são muito baixos, não devendo ser utilizados. Para a mesma velocidade média de vento, há uma tendência de EI e EAP diminuírem e PDA, PDE e PDC, aumentarem seus valores com o aumento do espaçamento entre aspersores. A maior disposição entre os aspersores tem, como consequência, uma desuniformidade no padrão de distribuição de água no solo, afetando muito as perdas d'água por aplicação (PDA) e, por conseguinte, as perdas d'água por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste pelo vento (PDC). ALVES¹, avaliando um sistema de irrigação por aspersão tipo canhão hidráulico em Paraipaba-Ce, encontrou resultados semelhantes e explicou que elevada velocidades médias de vento, estão associadas às altas temperaturas e, portanto, PDA tendem a ser maiores. Observa-se, ainda, o fato de PDA crescerem, para uma mesma velocidade média de vento, com o aumento do espaçamento também crescem com o aumento da velocidade do vento dentro de um mesmo espaçamento. O primeiro caso é de se esperar, pois com maiores velocidades média de vento a desorganização das gotas produzidas é maior, favorecendo consideravelmente a evaporação

e o carreamento do jato d'água fracionado no encontro com a atmosfera. No segundo caso, a tendência é também de um incremento das perdas pois, no mesmo espaçamento o carreamento torna-se maior com a elevação da velocidade do vento.

CONCLUSÕES

1) O melhor espaçamento testado no campo, foi de 12 m x 12 m que apresentou melhor desempenho com perdas de água por aplicação (PDA) de 11,6% e 24,7%, para velocidades de vento de 0,28 m/s e 4,14 m/s, respectivamente, para os aspersos de 02 (dois) bocais e 11,5 % e 19,3%, para PDA, nos mesmos intervalos de velocidade de vento, para o aspersor com um bocal;

2) O aspersor de um bocal, para o mesmo intervalo de velocidade média de vento, tem eficácia em relação ao de dois bocais;

3) Os espaçamentos que proporcionam maior eficiência são aqueles em que a superposição dos jatos aspergidos, é maior que 100%;

4) As perdas d'água por evaporação (PDE) são maiores que as perdas d'água por carreamento (PDC), devido à excessiva pulverização do jato aspergido, apresentando Índice de Pulverização (Ip), em torno de 3;

5) No Perímetro de Irrigação Curu-Paraipaba, o período compreendido entre 20:00 e 8:00 horas, no qual a velocidade média do vento teve valores menores que 4 m/s, foi mais propício para a irrigação por aspersão convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, A. de S. *Desempenho de um sistema de irrigação por aspersão com canhão hidráulico em função da velocidade do vento e do espaçamento entre aspersores*. Fortaleza: UFC, 1995. 90p. (Dissertação, MS)
2. ASSIS, L.L. DE. *Avaliação de sistema de irrigação por pivô central de baixa pressão*. Fortaleza: UFC, 1989. 93p. (Dissertação, MS).
3. AZEVEDO, J. A. DE; SILVA, E.M.DA; RESENDE, M. & GUERRA, A. F. *Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado*. Brasília: EMBRAPA-CPAC. 1983. 53p. (Circular Técnica, 16).
4. COSTA, S.C. *Efeito da largura da faixa irrigada e da velocidade do vento no sistema de irrigação*

autopropelido. Fortaleza: UFC. 1994. 84p. (Dissertação M.S.).

5. FRIZZONE, J. A. *Irrigação por aspersão: Uniformidade e eficiência*. Piracicaba: ESALQ./Depto. Eng. Rural, 1992. 53p. (Série Didática).

6. MERRIAM, J. L. & KELLER, J. *Farm irrigation a guide for management*. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

7. OLITTA, A.F.L. *Os Métodos de Irrigação*. São Paulo, Nobel, 1984. 267p.

TABELA 01 - Valores das eficiências de irrigação (EI), de aplicação em potencial (EAP) e das perdas d'água por aplicação (PDA), por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste pelo vento (PDC), em diferentes velocidades médias de vento e espaçamentos, para o aspersor com 01 (hum) bocal.

Vel. Vento (m/s)	Espaçamento (m x)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
	12 x 12	88,5	11,5	91,6	8,4	3,1
	12 x 18	79,1	20,9	82,0	18,0	2,9
	18 x 18	70,6	29,4	72,2	27,8	1,6
	18 x 24	63,7	36,3	64,9	35,1	1,2
	24 x 24	60,8	39,2	61,6	38,4	0,8
	12 x 12	80,7	19,3	86,9	13,1	6,2
	12 x 18	71,8	28,2	76,9	23,1	5,1
	18 x 18	67,4	32,6	70,6	29,4	3,2
	18 x 24	60,8	39,2	62,4	37,6	1,6
	24 x 24	55,8	44,2	56,2	43,8	0,4
7,22	12 x 12	31,9	68,1	47,0	53,0	15,1
	12 x 18	19,4	80,6	30,0	70,0	10,6
	18 x 18	17,1	82,9	25,4	74,6	8,3
	18 x 24	9,0	91,0	13,1	86,9	4,1
	24 x 24	1,3	98,7	2,6	97,4	1,3

TABELA 02 - Valores das eficiências de irrigação (EI), de aplicação em potencial (EAP) e das perdas d'água por aplicação (PDA), por evaporação (PDE) e por carreamento ou arraste pelo vento (PDC), em diferentes velocidades médias de vento e espaçamentos, para o aspersor com 02 (dois) bocais.

Vel. Vento (m/s)	Espaçamento (m x)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0,28	12 x 12	88,4	11,6	90,3	9,7	1,9
	12 x 18	77,3	22,7	78,6	21,4	1,3
	18 x 18	66,1	33,9	66,8	33,2	0,7
	18 x 24	60,6	39,4	61,1	38,9	0,5
	24 x 24	53,7	46,3	53,9	46,1	0,2
4,14	12 x 12	75,3	24,7	81,5	18,5	6,2
	12 x 18	68,1	31,9	72,6	27,4	4,5
	18 x 18	64,2	35,8	67,1	32,9	2,9
	18 x 24	60,1	39,9	62,1	37,9	2,0
	24 x 24	52,7	47,3	53,6	46,4	0,9
9,05	12 x 12	18,8	81,2	35,1	64,9	16,3
	12 x 18	14,5	85,5	27,1	72,9	12,6
	18 x 18	10,7	89,3	20,3	79,7	9,6
	18 x 24	7,4	92,6	12,7	87,3	5,3
	24 x 24	3,1	96,9	5,2	94,8	2,1