

Espaçamento entre Aspersores e entre Linhas Laterais na Irrigação por Aspersão Convencional

Juscelino Antonio de Azevedo¹

Em pequenas áreas onde se emprega a irrigação como forma de elevar, garantir e diversificar a produção, é muito comum o emprego de sistemas de irrigação por aspersão convencional móvel. Nesses casos, o mais usado é o semiportátil no qual as linhas laterais são móveis e a principal e a unidade de bombeamento são fixas. A linha principal é, usualmente, enterrada, sendo as conexões das laterais colocadas a intervalos regulares, em geral, múltiplos de 6 metros, comprimento comum das tubulações. A linha principal deve ser colocada sempre no sentido do auge ou declive do terreno: as laterais que suportam os aspersores, são locadas normais à linha principal, no sentido do nível do terreno, de forma a não permitir grandes variações de pressão entre os aspersores.

Nos sistemas móveis de aspersão convencional mais comuns, as linhas laterais são movidas de uma posição para outra manualmente. As linhas permanecem estacionárias quando a água está sendo aplicada. Depois de ter-se aplicado a irrigação desejada, a água é desligada, e as linhas laterais são transportadas para irrigar nova posição do terreno. Essa sequência é repetida até que o campo inteiro tenha sido irrigado. Para maior

aproveitamento do tempo usado nas mudanças de linhas laterais, pode-se empregar duas linhas laterais de irrigação. Enquanto uma está em funcionamento a outra está sendo montada na posição seguinte da próxima parte da área a ser irrigada. Em geral, são usados os aspersores rotativos de impacto, de um ou dois bocais, de pressão média, entre 2 e 4 atmosferas, com um raio de alcance de 11 a 18 metros.

Uma questão freqüente é estabelecer o espaçamento entre aspersores na linha lateral de irrigação e entre as linhas laterais de forma a se obter a adequada distribuição de água para maior eficiência de irrigação. Do ponto de vista do irrigante, quanto maior o espaçamento do aspersor na linha tanto menor será o número de aspersores a serem adquiridos (custo mais baixo) e quanto maior a distância entre as linhas de irrigação tanto menor será o número de mudanças das linhas e, conseqüentemente, mais reduzido o dispêndio com mão-de-obra.

São poucos os catálogos de fabricantes de aspersores que informam os parâmetros de desempenho para condições variáveis de espaçamentos e, em geral, quando essa informação está disponível, são normalmente indicadas as

¹ Eng. Agrôn., Dr., Embrapa Cerrados, juscelin@cpac.embrapa.br

configurações de distâncias entre aspersores e entre linhas que não podem ser usadas, havendo diversas combinações, múltiplos de 6 metros, recomendadas.

Portanto, este trabalho foi realizado com o propósito de indicar, em condição de ambiente da Região de Cerrado, qual o maior espaçamento entre aspersores de média pressão e entre linhas laterais de irrigação pode-se permitir para se obter, ao mesmo tempo, parâmetros de desempenho satisfatórios e vantagens operacionais e de custo conforme explicado antes.

A metodologia empregada está indicada na publicação de [Merriam \(1968\)](#). A técnica de avaliação consiste em realizar, em condições de campo, as seguintes medidas (a) taxa de fluxo (vazão) dos aspersores testados; (b) pressões nos bocais dos aspersores no local dos testes e ao longo da lateral; (c) lâmina de água coletada; (d) duração do teste; e (e) espaçamento dos aspersores e distâncias para mudança. Foi realizada a coleta de precipitações de aspersores isolados e em recobrimento, em configurações abaixo da área irrigada com coletores (latas de óleo de 1 litro de capacidade) espaçados de 2 metros de distância. O trabalho de campo foi realizado em Cristalina-GO, na Fazenda Areião, em equipamento de alumínio, com pouco uso, de irrigação por aspersão convencional móvel, com linhas laterais de 3 polegadas de diâmetro que utilizava aspersores rotativos em círculo completo (360 graus) de impacto, de dois bocais, com alcance de 13 a 15 metros, vazão de 1,7 L/s e pressão de serviço de 2,5 kgf/cm². Segundo [Castro \(2001\)](#), os aspersores são classificados como de média pressão quando esta se encontra no intervalo de 20 a 40 m.c.a. (2 a 4 kgf/cm²). O equipamento de irrigação era usado em lavouras de batata e cenoura em rotação com o trigo. Cada lateral móvel continha 22 aspersores espaçados de 12 metros em um comprimento de 262 metros. Uma avaliação prévia de pressão de serviço nos bocais dos aspersores revelou que a linha deveria conter, no máximo, 12 aspersores para atender ao limite admissível de 20% da pressão de serviço, como perda de pressão, já que nas condições de operação, na fazenda, essa perda atingia o percentual de 36%, aproximadamente, conforme mostrado na Figura 1. Ajustado o número ideal de aspersores, por linha, os coletores, em espaçamento de 2 x 2 m foram colocados abaixo da área de influência de 3 aspersores da linha (A1, A2 e A3, respectivamente o quarto, quinto e sexto aspersores) e as precipitações medidas de cada lado da lateral, depois de 1 hora de funcionamento da irrigação. Esses e outros valores foram utilizados nos cálculos dos parâmetros de uniformidade e de eficiência conforme definidos na publicação de [Merriam \(1968\)](#) em seguida descritos:

A) Eficiência de distribuição (Efd%):

$$Efd = (\text{lâmina mínima coletada} / \text{lâmina média coletada}) \times 100$$

B) Coeficiente de uniformidade (Cu%):

$$Cu = (1 - (\Sigma d / n.M)) \times 100 \text{ onde:}$$

Σd = somatório dos desvios (em valor absoluto) de cada observação em relação ao valor médio.

n = número de observações.

M = média das observações.

C) Eficiência do sistema de irrigação (Efi%):

$$Efi = (\text{taxa mínima de precipitação coletada} / \text{taxa média de precipitação aplicada}) \times 100$$

D) Eficiência de aplicação (Efa%):

$$Efa = (\text{lâmina mínima armazenada na zona de raízes} / \text{lâmina média aplicada durante a irrigação}) \times 100$$

Outros parâmetros obtidos (medidos e/ou calculados) foram:

a) Precipitação média - P_m - (mm/h): média da precipitação horária aplicada, obtida de todos os coletores.

b) Precipitação mínima média - P_{mm} - (mm/h): média dos menores valores da precipitação horária aplicada, correspondentes a 1/4 dos coletores.

c) Taxa de aplicação - T_a - (mm/h):

$$T_a = (q \times 3600) / (e_1 \times e_2) \text{ onde:}$$

q = vazão do aspersor (L/s)

e_1 = espaçamento entre aspersores na linha de irrigação (m)

e_2 = espaçamento entre linhas de irrigação (m)

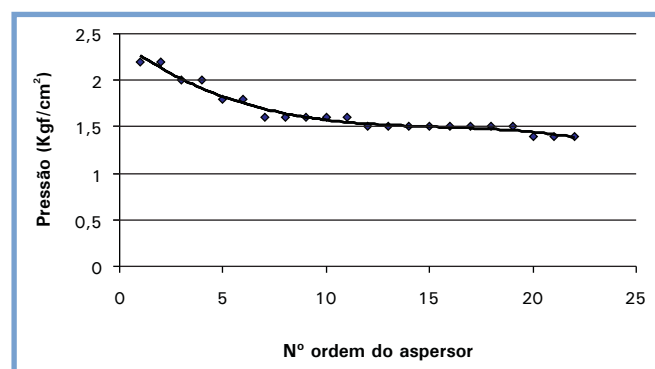


Figura 1. Pressão nos bocais de 22 aspersores, distanciados de 12 metros, em uma linha lateral de irrigação por aspersão convencional móvel, de 262 metros de comprimento e 75 mm de diâmetro.

Usando os dados dos testes em campo para 12 metros entre aspersores na linha e realizando o recobrimento da aspersão para quatro espaçamentos entre linhas laterais de 6, 12, 18 e 24 metros, obtém-se os resultados mostrados na Tabela 1 para dois setores da linha de irrigação.

Observa-se que os valores de Eficiência de distribuição (Efd) e de Coeficiente de uniformidade (Cu), nos dois setores, são mais elevados em distâncias mais curtas, de 6 m, entre linhas de irrigação. A Efd variou de 79% a 55% e o Cu variou de 82% a 67% nas mudanças de linha

de 6, 12 e 18 metros. Quando se amplia a distância de mudança da linha lateral de irrigação para 24 metros, a diminuição desses parâmetros é substancial. A Efd reduz para 13% a 21% e o Cu, para um intervalo de 43% a 51%. Embora a Eficiência de aplicação (Efa) alcance valor máximo na maior distância de mudança (24 m), entre 78,6% e 100%, verifica-se que a Eficiência de irrigação (Efi) cai significativamente quando se amplia o espaçamento de 18 para 24 metros, contra-indicando esse último valor na movimentação das linhas laterais de irrigação.

Tabela 1. Parâmetros de desempenho de um sistema móvel de irrigação por aspersão de média pressão, em diferentes espaçamentos da linha lateral com aspersores distanciados de 12 metros na linha de irrigação.

| Nº do teste | Parâmetros | Aspersores $A_1 - A_2$ ($e_1 \times e_2$)(m x m) | | | | Aspersores $A_2 - A_3$ ($e_1 \times e_2$)(m x m) | | | |
|-------------|------------|---|---------|---------|---------|---|---------|---------|---------|
| | | 12 x 6 | 12 x 12 | 12 x 18 | 12 x 24 | 12 x 6 | 12 x 12 | 12 x 18 | 12 x 24 |
| 1 | Pm (mm/h) | 42,0 | 29,2 | 19,8 | 14,9 | 35,2 | 24,6 | 16,8 | 12,6 |
| | Pmm (mm/h) | 29,8 | 18,1 | 12,1 | 2,2 | 25,9 | 13,5 | 10,3 | 2,1 |
| | Efd (%) | 71,0 | 62,0 | 61,0 | 15,0 | 74,0 | 55,0 | 61,0 | 17,0 |
| | Cu (%) | 77,0 | 76,0 | 70,0 | 43,0 | 75,0 | 72,0 | 67,0 | 45,0 |
| | Ta (mm/h) | 59,5 | 29,7 | 19,8 | 14,9 | 29,5 | 29,7 | 19,8 | 14,9 |
| | Efa (%) | 27,7 | 55,6 | 83,3 | 100,0 | 27,7 | 55,6 | 83,3 | 100,0 |
| | Efi (%) | 50,0 | 61,0 | 61,0 | 15,0 | 44,0 | 45,0 | 52,0 | 14,0 |
| 2 | Pm (mm/h) | 52,5 | 34,4 | 23,0 | 17,2 | 48,6 | 33,3 | 22,4 | 16,8 |
| | Pmm (mm/h) | 41,5 | 22,4 | 15,1 | 2,2 | 36,6 | 21,6 | 15,8 | 3,6 |
| | Efd (%) | 79,0 | 65,0 | 66,0 | 13,0 | 75,0 | 65,0 | 71,0 | 21,0 |
| | Cu (%) | 82,0 | 78,0 | 73,0 | 44,0 | 81,0 | 80,0 | 77,0 | 51,0 |
| | Ta (mm/h) | 83,0 | 41,5 | 27,7 | 20,7 | 83,7 | 42,0 | 28,0 | 21,0 |
| | Efa (%) | 19,9 | 39,8 | 59,6 | 79,7 | 19,7 | 39,3 | 58,9 | 78,6 |
| | Efi (%) | 50,0 | 54,0 | 55,0 | 11,0 | 44,0 | 51,0 | 56,0 | 17,0 |

Os valores médios dos parâmetros para os dois setores e testes avaliados são apresentados na Tabela 2. Por essa tabela, verifica-se que o coeficiente de uniformidade reduz pouco: de 78,8% para 71,7% quando se amplia a distância das linhas laterais de 6 para 18 metros, o que, na prática da irrigação, é desejável pois implica economia no trabalho de mudanças para nova posição da linha lateral. No espaçamento de 24 metros entre linhas laterais, o valor de Cu cai muito, para um valor de 45,7%. O mesmo acontece com a eficiência de distribuição de água, reduzida de 64,8% para 16,5%, respectivamente, nos espaçamentos de 18 e 24 metros, revelando que este último valor de espaçamento entre laterais não deve ser usado para este tipo de aspersor. Com base nos valores da eficiência da irrigação que aumenta de 47% para 56%, quando se amplia o espaçamento da lateral de 6 para 18 metros, constata-se que a melhor distância para mudança das linhas laterais de irrigação é 18 metros por apresentar o maior valor desse parâmetro. Outra vantagem é que, nos

espaçamentos menores, a taxa de aplicação de água (Ta) é muito elevada, podendo causar escoamento superficial de água e até mesmo erosão.

Estabelecido o melhor espaçamento entre linhas laterais como sendo o de 18 metros, foram testados os espaçamentos de 6, 12 e 18 metros entre aspersores na linha. Os valores dos parâmetros são mostrados na Tabela 3, na qual se verifica que o maior valor de eficiência de irrigação (46%) é alcançado quando os aspersores são distanciados de 12 metros na linha de irrigação. Nessa configuração 12 x 18 metros, a eficiência de distribuição e o coeficiente de uniformidade foram, respectivamente, de 61% e 74%. Na região semi-árida do Nordeste, [Medeiros Filho \(1983\)](#), testando diferentes espaçamentos entre laterais de aspersão, concluiu que as distâncias de 12 x 12 m e 12 x 18 m determinaram os maiores valores de uniformidade de distribuição de água. Em relação à produtividade do feijoeiro, [Rezende & Gonçalves \(2002\)](#)

verificaram que uniformidade máxima de distribuição de água não implica maior produtividade. Embora o espaçamento de 18 x 18 m tenha propiciado o maior valor de rendimento de feijão, esses autores recomendaram o espaçamento de 18 x 24 m, pois implicava menor uso de componentes do sistema e menor distância de mudança das linhas laterais.

A taxa de aplicação de água na configuração de 12 metros entre aspersores e 18 metros entre linhas laterais é de 21,8 mm/h (média dos valores das Tabelas 2 e 3). Assim,

com esse equipamento de irrigação, necessita-se de 1 hora e 23 minutos para aplicar uma irrigação de 30 mm suficiente para recuperar o armazenamento de água de uma camada de solo de 25 cm.

Os melhores períodos do dia para irrigar por aspersão convencional no Distrito Federal são: à tarde, a partir das 16 horas e à noite quando a velocidade do vento é mais baixa (Tabela 4). Preferencialmente, as linhas laterais devem estar dispostas na direção perpendicular ao vento, para favorecer a uniformidade de irrigação.

Tabela 2. Médias dos valores dos parâmetros de desempenho de um sistema móvel de irrigação por aspersão de média pressão, em diferentes espaçamentos da linha lateral, com aspersores distanciados de 12 metros na linha de irrigação. (4 repetições = 2 testes x 2 setores/teste).

| Parâmetros | Espaçamento entre aspersores x Espaçamento entre linhas laterais (m x m) | | | |
|------------|--|---------|---------|---------|
| | 12 x 6 | 12 x 12 | 12 x 18 | 12 x 24 |
| Pm (mm/h) | 44,6 | 30,4 | 20,5 | 15,4 |
| Pmm (mm/h) | 33,4 | 18,9 | 13,3 | 2,5 |
| Efd (%) | 74,8 | 61,8 | 64,8 | 16,5 |
| Cu (%) | 78,8 | 76,5 | 71,7 | 45,7 |
| Ta (mm/h) | 63,9 | 35,7 | 23,8 | 17,9 |
| Efa (%) | 23,7 | 47,6 | 71,3 | 89,6 |
| Efi (%) | 47,0 | 52,8 | 56,0 | 14,3 |

Tabela 3. Parâmetros de desempenho de um sistema móvel de irrigação por aspersão de média pressão, em diferentes espaçamentos entre aspersores na linha, em linhas laterais distanciadas de 18 metros.

| Parâmetros | Espaçamento entre aspersores x Espaçamento entre linhas laterais (m x m) | | |
|------------|--|---------|---------|
| | 6 x 18 | 12 x 18 | 18 x 18 |
| Pm (mm/h) | 20,3 | 15,2 | 11,2 |
| Pmm (mm/h) | 14,5 | 9,2 | 5,3 |
| Efd (%) | 71,0 | 61,0 | 48,0 |
| Cu (%) | 76,0 | 74,0 | 68,0 |
| Ta (mm/h) | 39,7 | 19,8 | 13,2 |
| Efa (%) | 42,0 | 83,0 | 100,0 |
| Efi (%) | 37,0 | 46,0 | 40,0 |

Tabela 4. Velocidade média do vento em diferentes períodos do dia na estação seca em Planaltina - DF.

| Período do dia (horas) | Velocidade do vento | |
|------------------------|---------------------|-------|
| | m/s | km/h |
| 0 - 2 | 2,09 | 7,52 |
| 2 - 4 | 2,03 | 7,31 |
| 4 - 6 | 1,99 | 7,16 |
| 6 - 8 | 2,27 | 8,17 |
| 8 - 10 | 3,38 | 12,17 |
| 10 - 12 | 3,82 | 13,75 |
| 12 - 14 | 3,34 | 12,02 |
| 14 - 16 | 3,18 | 11,45 |
| 16 - 18 | 2,41 | 8,69 |
| 18 - 20 | 1,34 | 4,82 |
| 20 - 22 | 1,78 | 6,41 |
| 22 - 24 | 2,01 | 7,24 |

Conclusões

1. Quanto ao tipo, à vazão e à pressão dos aspersores e à linha lateral testados, deve-se usar, no máximo, 12 aspersores por linha de irrigação.
2. Com o espaçamento de 12 metros entre aspersores na linha de irrigação e 18 metros para mudança das linhas laterais de irrigação, obtêm-se maiores valores de eficiência de irrigação.

Referências Bibliográficas

CASTRO, N. **Irrigação por aspersão**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS, versão preliminar - 1º semestre, Porto Alegre, 2001. 12 f. Notas de aula de Irrigação e Drenagem.

MEDEIROS FILHO, J. C. de. **Avaliação de um sistema de irrigação por aspersão em uma área do município de Mossoró-RN**. 1983. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1983.

MERRIAN, J. L. **Irrigation system evaluation and improvement**. San Luis Obispo: Blake Printery, 1968. 56 p.

REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A. **Efeito da uniformidade de aplicação de água na produção da cultura de feijão**. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: < <http://www.cca.uem.br/anu6100.htm> > . Acesso em: 2 dez. 2002.

Sprinkler and Lateral Line Spacing in Conventional Sprinkle Irrigation System

Abstract - *The objective of this paper was to present a recommendation for sprinklers and lateral line spacing of conventional mobile sprinkle irrigation system at Cerrado conditions. Performance tests were carried out under field conditions in Areião farm on Cristalina-GO; for this was set up catch can grid of 2 x 2 m under three sprinklers (4th, 5th and 6th) on two sides of lateral line. The distribution efficiency (Efd), application efficiency (Efa), irrigation system efficiency (Efi) and coefficient of uniformity (Cu) were calculated. The overlap tests were calculated considering the following spacing among the lateral lines: 6, 12, 18 and 24 meters. The results showed that 12 m among sprinklers in the lateral line and 18 m among lateral lines were the best spacing to increase irrigation efficiency for medium pressure splinklers (2.5 kgf/cm²), discharge (1.7 L/s) and wetted radius (13 to 15 meters).*

Index terms: *sprinkle irrigation, irrigation performance and efficiency, cerrado region.*

Comunicado Técnico, 86



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Cerrados
 Endereço: BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza
 Caixa postal: 08223 CEP 73301-970
 Fone: (61) 388-9898
 Fax: (61) 388-9879
 E-mail: sac@cpac.embrapa.br

1ª edição
 1ª impressão (2002): 100 exemplares

Expediente

Supervisão editorial: Nilda Maria da Cunha Sette.
Revisão de texto: Maria Helena Gonçalves Teixeira
Editoração eletrônica: Leila Sandra Gomes Alencar.
Impressão e acabamento: Divino Batista de Souza
 Jaime Arbués Carneiro.