

EFICIÊNCIA E ADEQUABILIDADE DA IRRIGAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO DO TIPO PIVÔ CENTRAL

J.L. ZOCOLER¹; J. A. FRIZZONE²; L.S. VANZELA³;

Escrito para apresentação no
XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2001
Mabu Thermas & Resort, Foz do Iguaçu – Paraná, 31 de julho a 03 de agosto de 2001

RESUMO: Neste trabalho avaliou-se a eficiência de aplicação, eficiência de armazenamento e adequabilidade da irrigação de um equipamento do tipo pivô central, aplicando uma lâmina total de irrigação de 29,36 mm em uma área 39,76 ha. Os valores obtidos destes índices correspondem às médias provenientes de 18 testes com coletores distribuídos em 3 posições da linha lateral do equipamento pivô central, ou seja, aclive de 3,87%, nível e declive de 3,18%. A eficiência de aplicação foi 80,86% e a eficiência de armazenamento foi 95,92%, evidenciando que a perda por percolação profunda foi baixa, mas foi relativamente alta a perda por evaporação, uma vez que foram desprezíveis as perdas por deriva ao vento e por escoamento superficial. A adequabilidade da irrigação foi 58,81%, ou seja, mesmo aplicando uma lâmina total de 29,36 mm para uma lâmina requerida de 24,75 mm (18,36% a mais), 41,19% da área teve deficiência hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência de aplicação, eficiência de armazenamento, déficit hídrico.

WATER APPLICATION AND STORAGE EFFICIENCY AND IRRIGATION QUALITY OF A CENTER PIVOT EQUIPMENT

SUMMARY: In this work was evaluated the water application and storage efficiency and irrigation quality of a center pivot equipment, applying a depth of water of 29,36 mm at 39,76 ha. The obtained values of these indexes correspond to the coming averages of 18 tests with collectors distributed in 3 positions of the lateral line of center pivot equipment. Three positions were tested: acclivity of 3,87%, level and slope of 3,18%. The water application efficiency was 80,86% and the storage efficiency was 95,92%, showing that the loss for deep percolation was low, but it was relatively high the loss for evaporation, once they were despicable the losses for drift to the wind and for superficial drainage. The irrigation quality was 58,81%, in other words, same applying a depth of water of 29,36 mm for a requested depth of 24,75 mm (18,36% the more), 41,19% of the area had hidric deficiency.

KEYWORDS: water application and storage efficiency, field moisture deficiency.

INTRODUÇÃO: As perdas de água na irrigação por aspersão resultam da evaporação, da percolação abaixo da camada radicular efetiva da cultura, da deriva pelo vento e do escoamento superficial para fora da área irrigada (KRUSE, 1977), sendo que estes dois últimos fatores devem ser minimizados pelo dimensionamento e operação adequada do equipamento de irrigação. As medidas de eficiência quantificam fisicamente a qualidade da irrigação por incorporarem algumas conseqüências da uniformidade de distribuição de água pelo equipamento. Se, por um lado, os coeficientes de uniformidade de distribuição medem somente o grau de dispersão da aplicação da água, por outro lado, as medidas de eficiência dependem tanto da uniformidade como da forma com que o equipamento é operado (FRIZZONE, 1992). A eficiência de aplicação é definida pela relação entre a quantidade de água incorporada ao solo até a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e a quantidade de água aplicada. Esse índice incorpora a eficiência de distribuição e a eficiência em potencial de aplicação, dando idéia das perdas de água por percolação e evaporação. A eficiência de armazenamento é definido pela relação entre o volume de água armazenado na camada radicular efetiva da cultura e o volume necessário ou requerido nesta camada, dando indicativo de quanto foi o reabastecimento desta camada. Com esses dois índices tem-se a avaliação das perdas por evaporação e por percolação profunda. A adequabilidade da irrigação é definida pela fração da área que recebe no

¹ Prof. Assistente Doutor - Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Av. Brasil, 56 - centro - Ilha Solteira (SP) - CEP: 15.385-000. E-mail: zocoler@agr.feis.unesp.br

² Prof. Livre Docente - Departamento de Engenharia Rural - USP - Piracicaba (SP)

³ Discente do Curso de Graduação em Agronomia - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

mínimo o volume de água para suprir o déficit hídrico. Este índice permite estabelecer, em função da condições de solo, clima e expectativa de rentabilidade da cultura, quanto deve ser acrescido à lâmina de irrigação requerida na camada radicular efetiva para se auferir a máxima lucratividade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a irrigação através destes índices em um equipamento do tipo pivô central.

MATERIAIS E MÉTODOS: O sistema de irrigação pivô central utilizado no ensaio pertence à Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP – e tem como principais características (dados do fabricante): *i*) número de aspersores: 149 com tubo de descida; *ii*) altura dos aspersores ao solo: 2,74 m; *iii*) área circular irrigada: 38,20 ha (área medida: 39,76 ha); *iv*) período (relê 100%): 7,19 h; *v*) vazão total: 179,88 m³/h; *vi*) comprimento da linha lateral: 345,72 m; *vii*) raio total irrigado: 348,72 m (raio total medido 355,75 m). A lâmina de irrigação dos ensaios foi baseada nas características da cultura, das condições climáticas e dos atributos de retenção de água do solo. A cultura selecionada foi o feijão, cuja profundidade do sistema radicular efetivo foi considerada igual a 0,25 m, com um coeficiente de cultivo (Kc) igual a 1,2 no período de demanda máxima de água (DOORENBOS & KASSAM, 1994). O mês do ano na qual a cultura encontra-se no período de máxima demanda é agosto, cuja ETo total é 123,6 mm (HERNANDEZ et al., 1995), ou seja, 3,99 mm/dia e, conseqüentemente, a ETm é 4,78 mm/dia, proporcionando um fator de depleção da água no solo (p) de aproximadamente 0,53. Com os dados de θ_{cc} (umidade à capacidade de campo) e θ_{pmp} (umidade ao ponto de murcha permanente) do solo, ou seja, 36,52% e 17,84%, respectivamente, a capacidade de água disponível na camada radicular efetiva é 46,7 mm. Portanto, a lâmina de irrigação requerida foi de 24,75 mm e total de 29,57 mm (19,5% a mais para compensar as perdas). Com este valor de lâmina total, o relê percentual do sistema pivô central foi ajustado para aproximadamente 11% (para a área irrigada de 39,76 ha). Foram instaladas (não simultaneamente) 18 linhas de coletores nas três posições extremas da linha lateral do equipamento pivô central na área, ou seja: aclive de 3,87%, nível e declive de 3,18% em relação ao ponto pivô. A distância entre coletores em cada linha foi de 2,5 m. Os ensaios foram executados de acordo com o projeto de norma número 04:015.08-008 da ABNT (1998), que é utilizado também para determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água em pivô central e lateral móvel. A lâmina de irrigação em cada anel da área irrigada correspondeu à média aritmética das lâminas dos 18 coletores posicionados na mesma distância do ponto pivô. A lâmina coletada média da área total, utilizada para calcular a eficiência de aplicação e eficiência de armazenamento, foi obtida por ponderação das lâminas médias coletadas dos anéis. A avaliação da adequabilidade da irrigação fez-se por meio gráfico utilizando uma distribuição de áreas/frequências acumuladas, ou seja, através dos seguintes passos: *i*) colocação das lâminas de irrigação em ordem decrescente acompanhadas das áreas anelares que representam; *ii*) cálculo da área acumulada ou frequência acumulada; *iii*) colocação no gráfico dos valores das lâminas de irrigação coletadas (abscissas) e da área acumulada (ha) ou frequência acumulada (% da área) e conseqüente determinação da adequabilidade da irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 mostra o resultado da eficiência de aplicação, eficiência de armazenamento, adequabilidade da irrigação, lâmina de irrigação coletada (média ponderada), lâmina de irrigação total medida (soma da coletada e a evaporação medida), lâmina de irrigação armazenada na camada radicular efetiva (média ponderada), evaporação medida nos coletores de controle e evaporação estimada (diferença entre a lâmina total estimada e a lâmina coletada). Conforme os resultados, verifica-se que mesmo aplicando uma lâmina de irrigação total de 29,36 mm, ou seja, 18,36% superior à requerida (24,75 mm), a lâmina de irrigação coletada foi um pouco inferior a esta, ou seja, 24,58 mm, indicando que houve muita perda por evaporação direta (os testes foram realizados em dias com baixa umidade relativa do ar, cerca de 40%, e altas temperaturas, cerca de 30°C, no período entre 9 e 15 h). A diferença entre o valor estimado e o medido da evaporação foi de apenas 0,22 mm, o que permite dizer que o ajuste do relê percentual do equipamento está bastante próximo do valor real. A eficiência de aplicação, cujo valor foi 80,86%, indica que dos 29,36 mm totais aplicados somente 23,74 mm foram armazenados na camada radicular efetiva, ou seja, as perdas por evaporação e percolação somaram 5,62 mm. Como o valor da eficiência de armazenamento foi 95,92%, verifica-se, então, que a lâmina percolada foi igual a 0,84 mm (24,58 – 23,74 mm), ou seja, somente 14,95% das perdas totais. A Figura 1 mostra a adequabilidade da

irrigação no gráfico de área acumulada que recebe lâmina de irrigação menor ou igual a determinado valor. Verifica-se que 58,81% da área (23,38 ha) recebeu a lâmina de irrigação necessária, enquanto o restante ficou sub-irrigada, embora esta deficiência hídrica tenha sido somente de 2,43 mm (média ponderada da deficiência na área sub-irrigada de 16,38 ha). Tal valor explica porque mesmo sendo baixa a adequabilidade, os valores da eficiência de armazenamento e eficiência de aplicação não o foram. Se a lâmina de irrigação requerida fosse igual à total medida, ou seja, 29,36 mm, então a adequabilidade da irrigação seria de apenas 2,47% (0,98 ha), sendo que a deficiência hídrica seria de 4,88 mm (média ponderada da deficiência na área sub-irrigada de 38,78 ha). Com isso, a eficiência de aplicação e eficiência de armazenamento teriam o mesmo valor de 83,62%. Por outro lado, se a irrigação fosse realizada no período noturno, e a evaporação medida fosse reduzida em 50%, ou seja 2,39 mm, então a adequabilidade da irrigação seria de 89,97% (35,77 ha), sendo que a deficiência hídrica seria de 4,24 mm (média ponderada da deficiência na área sub-irrigada de 3,99 ha). Com isso, a eficiência de aplicação seria de 82,73% e a eficiência de armazenamento seria de 98,14%, mostrando que ocorreria um aumento na eficiência da irrigação. Finalmente, deve ser enfatizado que apesar da adequabilidade da irrigação ser um índice importante, seu valor analisado isoladamente não permite fazer inferências precisas sobre a mesma, devendo sempre ser acompanhado dos índices de eficiência de aplicação e eficiência de armazenamento.

Tabela 1. Principais parâmetros do ensaio.

Parâmetros	Valores
Lâmina de irrigação requerida (mm)	24,75
Lâmina de irrigação total indicada no painel de controle do equipamento (mm)	29,57
Lâmina de irrigação total medida (média ponderada, mm)	29,36
Lâmina de irrigação coletada (média ponderada, mm)	24,58
Lâmina de irrigação armazenada na camada radicular (média ponderada, mm)	23,74
Evaporação medida nos coletores de controle (mm)	4,78
Evaporação estimada (Lâm. aplicada – Lâm. coletada, mm) ^(a)	4,99
Eficiência de aplicação (%)	80,86
Eficiência de armazenamento (%)	95,92
Adequabilidade da irrigação (%)	58,81 (23,38 ha)

(a) Corresponde à evaporação proveniente da diferença entre a lâmina de irrigação indicada no painel de controle do equipamento e a lâmina de irrigação (média) coletada nos testes.

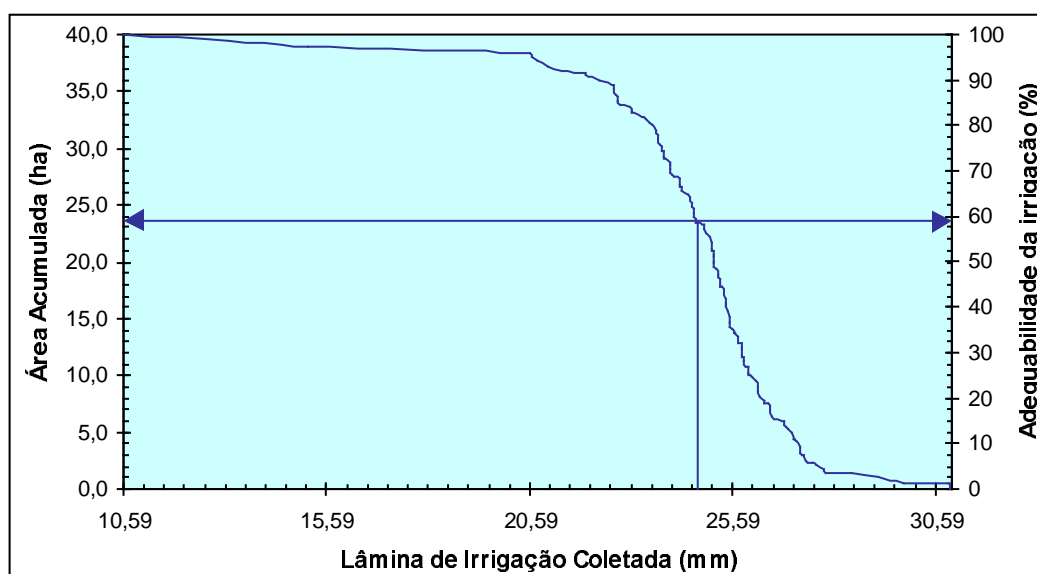


Figura 1. Adequabilidade da irrigação para uma lâmina necessária de 24,75 mm.

CONCLUSÕES: Diante dos objetivos propostos e metodologia utilizada no trabalho, pode-se concluir que:

- A eficiência de aplicação e a eficiência de armazenamento foram, respectivamente, 80,86% e 95,92%, evidenciando que a perda por percolação profunda foi baixa (0,84 mm), mas foi relativamente alta a perda por evaporação (4,78 mm), representando aproximadamente 85% do total;
- A adequabilidade da irrigação foi de 58,81%, ou seja, tal percentagem da área recebeu no mínimo a lâmina de irrigação requerida sendo o restante sub-irrigado, embora o déficit hídrico tenha sido somente de 2,43 mm (média ponderada da deficiência na área sub-irrigada de 16,38 ha), fato evidenciado pelo elevado valor da eficiência de armazenamento;
- apesar da adequabilidade da irrigação ser um índice importante, seu valor analisado isoladamente não permite fazer inferências precisas sobre a mesma, devendo sempre ser acompanhado dos índices de eficiência de aplicação e eficiência de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Métodos de ensaio para determinação de uniformidade de distribuição de água em equipamentos de irrigação mecanizada (pivô central e lateral móvel), providos de emissores fixos e rotativos.** Rio de Janeiro, 1998. 14p.(PN 04: 015.08-008).

DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Trad. H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campina Grande, UFPB, 1994. 306p.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.; BUZETTI, S. **Software hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 1995. 45p.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência.** Piracicaba, ESALQ, 1992. 53p. (Série Didática).

KRUSE, D. Describing irrigation efficiency and uniformity. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, New York, 104(IR1), p.35-41, Nov. 1977.