

GENERALIZAÇÃO DO COEFICIENTE DE DÉFICIT DA FUNÇÃO DE PRODUTIVIDADE DE CULTURAS AGRÍCOLAS PROPOSTA POR MANTOVANI(1993)

Escrito para apresentação no
XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
28 de julho a 01 de agosto de 2003 - Goiânia - GO

BRAULIRO G. LEAL¹, GREGÓRIO G. FACCIOLI², EVERARDO C. MANTOVANI³

RESUMO: Foram obtidas novas equações matemáticas para a lâmina de água aplicada em função da fração da área molhada, o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, a lâmina de déficit e a lâmina bruta de irrigação para o modelo de produtividade de MANTOVANI (1993). Estas equações foram obtidas utilizando o método de integração matemática e podem ser aplicadas a qualquer tipo de distribuição de lâmina de irrigação, ampliando as aplicações dos modelo original.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, déficit hídrico, modelo matemático.

GENERALIZATION OF THE COEFFICIENT OF DEFICIT OF THE FUNCTION OF PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CULTURES PROPOSED BY MANTOVANI(1993)

ABSTRACT: They were obtained new mathematical equations for the sheet of applied water in function of the fraction of the wet area, the Coefficient of Uniformity of Christiansen, the deficit sheet and the rude sheet of irrigation for the model of productivity of MANTOVANI (1993), using the method of mathematical integration. They can be applied the any type of distribution of irrigation sheet, enlarging the applications of the original model.

KEYWORD: irrigation, water deficit, mathematical model.

INTRODUÇÃO: O termo função de produção se aplica genericamente a qualquer relação que caracteriza a resposta da cultura a um determinado fator, como água, fertilizante, energia. Genericamente as funções de produção em relação à água, analisam a produção total de matéria seca ou matéria comercial das culturas, frente à transpiração, evapotranspiração ou quantidade de água aplicada pela irrigação. O conhecimento dessas relações é necessário para a avaliação de estratégias de irrigação (MANTOVANI, 1993). As funções de produção água-cultura são particularmente importantes para as análises de produção agrícola quando a água é escassa. Para o processo de planejamento, essas funções constituem o elemento básico de decisão dos planos de desenvolvimento e, relativamente à operação de projetos de irrigação, permitem tomar decisões sobre planos ótimos de cultivo e ocupação de área para produção econômica com base na água disponível (FRIZZONE, 1998). Do ponto de vista do manejo da irrigação é mais interessante o estudo da relação entre

¹ Doutor em Eng. Agrícola. Professor Titular da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Vale do Rio Doce, Caixa Postal 290 Governador Valadares – MG 35.020-220. e-mail: brauliro@univale.br

² Doutor em Eng. Agrícola – UFV, Viçosa – MG. e-mail: gragorio@piodecimo.br

³ Doutor em Eng. Agrícola. Prof. Titular. Dep. de Eng. Agrícola - Universidade Federal de Viçosa. Bolsista do CNPq. e-mail: everardo@ufv.br.

rendimento e a água aplicada. Apesar dos grandes avanços realizados no desenvolvimento e fabricação de sistemas de irrigação, este se caracteriza, por um certo grau de desuniformidade de distribuição de água, associados ao próprio sistema, o seu manejo e a interação com o meio ambiente. A maioria dos modelos existentes que relacionam produção e lâmina de irrigação (HOWELL, 1990; VAUX & PRUITT, 1977), não consideram a uniformidade de distribuição de água (MANTOVANI, 1993). Mantovani desenvolveu um modelo de função de produção que leva em conta a influência da uniformidade de aplicação de água na produção. Entretanto este modelo foi deduzido, por semelhança de triângulos, considerando que o perfil de distribuição de água pelos aspersores segue função linear, desta forma seu modelo ficou limitado apenas para distribuição uniforme. O presente trabalho propõe uma generalização desta metodologia, definindo-a em termos de integração matemática.

MATERIAIS E MÉTODOS: A partir do modelo de função de produção proposto por STEWART *et al.* (1977), Mantovani desenvolveu um modelo de função de produção, denominado Combinado, que além de considerar a água aplicada, leva em conta a influência da uniformidade de aplicação de água na produção, Equação 1 (MANTOVANI, 1993; MANTOVANI *et al.*, 1995).

$$1 - \frac{Y}{Y_{\max}} = \beta C d_{\text{med}} (1 - p) \quad (1)$$

em que,

Y	=	rendimento real, em kg ha ⁻¹ ;
Y _{max}	=	rendimento máximo, em kg ha ⁻¹ ;
β	=	coeficiente de sensibilidade da cultura ao déficit hídrico, adimensional;
Cd _{méd}	=	média sazonal do coeficiente de déficit, adimensional;
p	=	fração da ET _{max} que é repostada por outras fontes que não a irrigação, adimensional;

A determinação do Cd depende do modelo de distribuição adotado. Para deduzirem a equação para Cd, Equação 2, Mantovani considerou que o perfil de distribuição de água pelos aspersores segue uma distribuição uniforme (função linear) e que 50% da área recebe uma lâmina de água igual ou superior a lâmina bruta (H_G) (Figura 1). A Equação 2 foi obtida a partir do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) representado pela razão entre somatório do módulo dos desvios em relação à lâmina bruta de aplicação e a lâmina bruta. Na Figura 1, a metade somatório do módulo dos desvios corresponde a área do triângulo 2,3,4, desta forma o valor CUC é dado pela Equação 3. A partir da Figura 1, a lâmina de déficit corresponde à área do triângulo OAB, dada pela Equação 4, e a lâmina bruta de irrigação (H_G) é a média entre as lâminas máximas e mínimas, Equação 5. A fração da área que recebeu uma lâmina de irrigação maior que a requerida é x_i, obtida por semelhança dos triângulos O13 e OAB, Equação 6.

$$C_D = \begin{cases} \left[\frac{\left(1 - 2CUC + \frac{H_R}{H_G} \right)}{(8 - 8CUC)} \right] \left[1 - \left(\frac{H_G}{H_R} \right) (2CUC - 1) \right], & H_G \geq H_R \\ 1 - \frac{H_G}{H_R}, & H_G < H_R \end{cases} \quad (2)$$

em que,

CUC	=	Coeficiente de uniformidade de Christiansen, adimensional;
H _G	=	lâmina bruta aplicada, mm; e
H _R	=	lâmina requerida pela cultura, mm.

$$CUC = 1 - \frac{H_{\max} - H_G}{2H_G} \quad (3)$$

$$H_D = \frac{(1 - x_i) \cdot (H_R - H_{\min})}{2} \quad (4)$$

$$H_G = \frac{(H_{\max} + H_{\min})}{2} \quad (5)$$

$$x_i = \frac{H_{\max} - H_R}{(H_{\max} - H_{\min})} \quad (6)$$

em que,

- CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen, adimensional;
- H_{\max} = Lâmina máxima aplicada, mm.
- H_{\min} = Lâmina mínima aplicada, mm.
- x_i = fração da área que recebeu uma lâmina de irrigação maior que a requerida, adimensional.

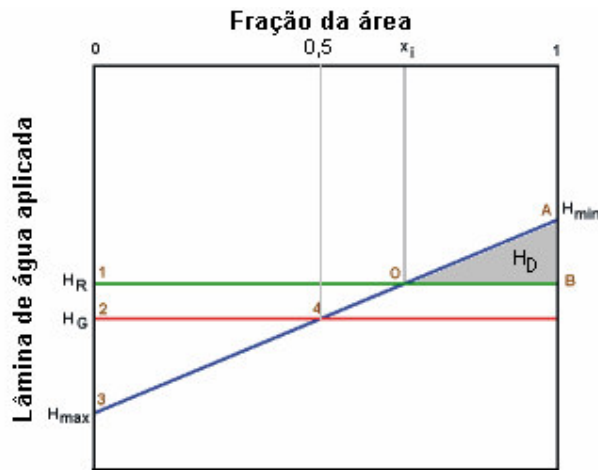


Figura 1 – Modelo uniforme de distribuição de água por aspersores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir da Figura 1 pode-se expressar a variação da lâmina de água aplicada, H , em função da fração da área molhada, x , por meio da Equação 7; o CUC por meio da Equação 8; a H_D por meio da Equação 9; e H_G por meio da Equação 10. Considerando $x_i=0,5$, conforme definido por Mantovani, as equações 2, 3, 4, 5 e 6 podem ser obtidas por meio de integração matemática, que é um método muito mais geral que o uso de semelhança de triângulo.

$$H(x) = (H_{\min} - H_{\max})x - H_{\max} \quad (7)$$

$$CUC = 1 - \frac{\int_0^{0,5} [H(x) - H_G] dx + \int_{0,5}^1 [H_G - H(x)] dx}{H_G} \quad (8)$$

$$H_D = \int_{x_i}^1 [H_R - H(x)] dx \quad (9)$$

$$H_G = \int_0^1 H(x) dx \quad (10)$$

CONCLUSÃO: MANTOVANI (1993), utilizando distribuição uniforme da irrigação e semelhança de triângulo obteve expressões matemáticas para a lâmina de água aplicada em função da fração da área molhada, o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, a lâmina de déficit e a lâmina bruta de irrigação para o seu modelo de produtividade. Foram obtidas novas equações matemáticas para estas variáveis utilizando o método de integração matemática. Estas equações podem ser aplicadas com qualquer tipo de distribuição de lâmina de irrigação, ampliando as aplicações do modelo original.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência.** Piracicaba: ESALQ, Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53p. (Série Didática, 3)

HOWELL, T. A. Relationships between crop production and transpiration, evapotranspiration, and irrigation. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (ed.). **Irrigation of agricultural crops.** Madison: American Society of Agronomy, 1990. p.391-434.

MANTOVANI, E. C. **Desarrollo y evaluacion de modelos para el manejo del riego: estimacion de la evapotranspiracion y efectos de la uniformidad de aplicacion del riego sobre la produccion de los cultivos.** Córdoba: Universidad de Cordoba, 1993. 184p.

MANTOVANI, E. C.; VILLALOBOS, F. J.; ORGAZ, F ; FERERES, E. Modeling the effects of sprinkler irrigation uniformity in crop yield. **Agricultural Water Management.** v. 27, 1995. p.243-257.

STEWART, J. I.; HAGAN, R. M. et al. **Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil.** Utah Water Reserch Laboratoty. Publ, No. PRWW 15 1 - 1, Utah State University, Logan. 1977. 191p.

VAUX, H. J.; PRUITT, W. O. Crop-water production functions. In: HILLEL, D. (ed.). **Advances in irrigation.** New York: Academic Press, v.2, 1983. p.61-97.