

TEMPO ÓTIMO DE CORTE DA IRRIGAÇÃO POR SULCOS EM BANANAIS

R.A.; SANTOS¹, A.C. S.; TAVARES², Y.B.G.; GRUBER³, J.A.; FRIZZONE⁴

RESUMO: A banana (*Musa sp.*) encontra-se entre as principais frutas consumidas no mundo, sendo que atualmente o Brasil é segundo maior produtor mundial. Por tratar-se de uma espécie perene, as necessidades hídricas anuais totais da bananeira são elevadas, variando entre 1.200 e 2.500 mm. ano⁻¹. Desta forma, em regiões onde a precipitação é irregular, ou insuficiente para atender a demanda hídrica durante o ano, a tecnologia da irrigação pode viabilizar a exploração econômica desta cultura. No Brasil, a irrigação por superfície é o método predominante, principalmente nas regiões Sul e Norte. Por conseguinte, este trabalho teve como objetivo propor um modelo para se determinar o tempo ótimo de corte em irrigação por sulcos e testá-la através de simulações com a cultura da bananeira. Os resultados obtidos neste estudo indicaram que o modelo apresentado mostrou-se eficiente para a determinação do tempo de corte ótimo econômico. Para os cenários estudados, verificou-se que o incremento de produtividade do bananal pode de ser obtido e constatou-se ainda que ao adotar o tempo de corte ótimo econômico, a produtividade obtida esteve abaixo da máxima possível.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação por superfície, bananeira, manejo da irrigação

EXCELLENT IRRIGATION TIME IN FURROW IRRIGATION IN BANANA CROP

SUMMARY: The banana (*Musa sp.*) is among the main fruits consumed in world and Brazil is the biggest world-wide producer. Banana tree, for being a perennial species, has high water necessities, varying between 1,200 and 2,500 mm. year⁻¹. This way, in the areas where rain is irregular or insufficient during the year, the irrigation assists in the economic exploration of this culture. In Brazil, the surface irrigation is predominant method, mainly in areas South and North. Consequently, this work had objective propose a model to determine the irrigation time excellent in furrow irrigation and test through simulations with the banana crop. The obtained results showed that the model is efficient to determine the excellent time of the irrigation. For the studied conditions, was verified that yield increment is possibly and when

¹ Engº Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ, Depto. de Engenharia Rural, Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba - SP. CEP 13.418-900. Fone: (019) 3429.4217 - R: 269. e-mail: santosra@esalq.usp.br.

² Engº Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

³ Engº Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

⁴ Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

adopting water management excellent economical, the obtained yield was below the maxim possible.

KEY WORDS: surface irrigation, banana tree, irrigation management

INTRODUÇÃO: Originária do Sudeste Asiático, a banana (*Musa sp.*) encontra-se entre as principais frutas consumidas no mundo, sendo que em muitos países constitui a principal fonte de divisas. A AFBV (2004) cita ainda que a banana é a quarta cultura mais importante do planeta, ficando atrás somente do arroz, trigo e milho. Atualmente, o Brasil é segundo maior produtor mundial, respondendo por 9,3% da produção do planeta (FAO, 2004), com destaque para as regiões Nordeste, Sudeste e Norte, que são as maiores produtoras (FNP, 2004). Por tratar-se de uma espécie perene, as necessidades hídricas anuais totais da bananeira são elevadas, podendo chegar a 2.500 mm.ano⁻¹, bem distribuídas (DOORENBOS & KASSAM, 2000). Portanto, em regiões onde a precipitação é irregular, ou insuficiente para atender a demanda hídrica durante o ano, a irrigação torna-se uma prática obrigatória quando se visa à máxima produtividade econômica desta cultura. De acordo com TELLES (1999), no Brasil os sistemas de irrigação por superfície ocupam cerca de 60% da área irrigada. No entanto, para que esta tecnologia possa propiciar um retorno econômico satisfatório, algumas particularidades da irrigação por superfície devem ser consideradas, como o fato que o perfil de distribuição de água no solo, ao longo do sulco, geralmente não é uniforme. Assim, um tempo de corte da irrigação deve ser determinado para se reduzir tanto as perdas por déficit, como por excesso de água. Por conseguinte, este trabalho teve como objetivo propor uma metodologia para se determinar o tempo ótimo econômico de corte em irrigação por sulcos e testá-la através de simulações com a cultura da bananeira.

MATERIAL E MÉTODOS: Considerou-se que, o emprego da irrigação somente será economicamente viável se o incremento de produção for suficiente para gerar uma receita líquida maior que o incremento do custo anual do projeto. Tal incremento IP , (%), foi calculado por $IP = (P_{ci} \times P_{cs}^{-1} \times 100) - 100$, em que P_{ci} é a produtividade da cultura irrigada, Mg.ha⁻¹.ano⁻¹, P_{cs} é a produtividade da cultura de sequeiro, Mg.ha⁻¹.ano⁻¹. Considerando ainda que para a viabilidade econômica do projeto, a receita líquida do pomar irrigado deve ser no mínimo, igual à receita líquida do pomar de sequeiro, fez-se $P_{ci} = [(P_{cs} \times P_p) + CTA] \times P_p^{-1}$, em que P_p é o preço de venda do produto, US\$.Mg⁻¹, CTA é

o custo total anual do projeto de irrigação, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo, em que CFA é o custo fixo anual, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, projeto, anos. Para construções de alvenaria, barragens e sulcos, o CFA foi obtido considerando $CFA = CC$, em que CC é o custo capitalizado, %. O CC foi utilizado quando a infra-estrutura possuía vida útil acima de 25 anos, sendo calculado por $CC = Cc * j$, em que Cc é o custo da infra-estrutura, US\$.ha⁻¹. O CVA foi composto por, em que Ce é custo anual da energia (para sistemas que utilizam conjunto moto-bomba), US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, Ca é o custo anual da água consumida na irrigação, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, Cm é o custo da manutenção do sistema de irrigação, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, MO é o custo da mão de obra envolvida na operação do sistema de irrigação, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹. Sendo a energia proveniente do óleo diesel, fez-se $Ce_{Diesel} = Pot \times CE \times \gamma^{-1} \times P_d \times Tc \times Ni$, em que Pot é a potência do motor, cv.ha⁻¹, CE é o consumo específico do motor, kg.cv⁻¹.h⁻¹, γ é o peso específico do óleo diesel, kgf.m⁻³, P_d é o preço do óleo diesel, US\$.m⁻³, Tc é o tempo de corte da irrigação, h.turno de rega⁻¹, Ni é o número de irrigações por ano. O Tc foi obtido por, em que To é o tempo de oportunidade de infiltração, h, Tx é o tempo de avanço, h, Td é o tempo de depleção, h, $Trec$ é o tempo de recesso, h. O Tx depende da vazão, do comprimento da sulco, da rugosidade da superfície de escoamento e da declividade, sendo calculado pela função $Tx = k \times x^b$, em que x é a distância do avanço em relação ao ponto de derivação, m, k é o coeficientes de ajuste do modelo, obtido em testes de campo, b é o coeficientes de ajuste do modelo, obtido em testes de campo. De acordo com BRASIL (1988), quando se utiliza energia elétrica no acionamento da irrigação, CFA é obtido por, em que FDA é o custo da energia instalada, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, FCA é o custo da energia instalada, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, FDA é obtido por, em que Cei é o custo da energia instalada, US\$.ha⁻¹.ano⁻¹, Pi é a potência instalada, cv.ha⁻¹. Por sua vez, FCA pode ser obtido por $FCA = 30 \times M \times T \times Pi \times 1,36^{-1} \times [Tr \times Cec \times ((100 - Rt) \times 100^{-1}) + (T - Tr) \times Ce] \times T^{-1}$, em que

Tr é o tempo de irrigação no período com tarifa de energia reduzida, h.dia⁻¹, Rt é a redução na tarifa de energia, %, Cec é o custo da energia consumida, US\$.kW⁻¹. Considerou-se ainda a produtividade da cultura, P_c , em Mg.ha⁻¹.ano⁻¹, P_p é o preço da produção, US\$.Mg⁻¹, C_{si} é o custo da irrigação, US\$.ha⁻¹, j é a eficiência da irrigação, %, VU é o número de anos de vida útil da barragem, Cc é o custo da barragem, US\$.ha⁻¹, Pot é a potência da bomba, cv, CE é a eficiência da bomba, kg.cv⁻¹.h⁻¹, La é a lâmina infiltrada, mm.dia⁻¹, MO é o custo da mão de obra, US\$.h⁻¹.ano⁻¹, β é o coeficiente de ajuste do modelo, α é o coeficiente de ajuste do modelo, obtidos em testes de campo. Após determinada a lâmina que cada planta recebeu ao longo do sulco, estimou-se a produtividade de cada uma pela equação proposta por DANTAS NETO (1994) e em seguida, a média por área $Y = -36.848 + 63,25504W - 0,01097W^2$, em que Y é a produtividade da cultura, kg.ha⁻¹, W é a lâmina de água, mm. Considerou-se ainda quatro cenários para a realização deste estudo: irrigação com recalque de água, tendo como fonte de energia o óleo diesel, irrigação com recalque de água, tendo como fonte de energia a eletricidade, irrigação sem recalque de água e com barragem a montante e irrigação sem recalque de água e sem barragem a montante. Para a análise de sensibilidade, utilizaram-se dados apresentados nas Tabela 1, simulando em planilhas eletrônicas diversos tempos de corte da irrigação.

Tabela 1. Dados utilizados no modelo para determinação do tempo ótimo de corte.

Variável	Unidade	Valor	Variável	Unidade	Valor
P_c	Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	7,3 - 54,3	P_i	US\$.L ⁻³	0,52
P_p	US\$.Mg ⁻¹	96,20	T_c	h.dia ⁻¹	0,52 - 8,83
C_{si}	US\$.ha ⁻¹	506,63 - 782,77	k	-	16,61
j	%	12,0	b	-	0,621
VU	anos	20 - 50	x	m	2,0
Cc	US\$.ha ⁻¹	300,51 - 1012,53	C_{ei}		2,38
Pot	cv	0,075	Cec	US\$.kW ⁻¹	0,02
CE	kg.cv ⁻¹ .h ⁻¹	1,25	Pa	US\$.m ⁻³	0,003
La	mm.dia ⁻¹	11,1 - 65,8	Cm	US\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	10,25 - 34,58
MO	US\$.h ⁻¹ .ano ⁻¹	26,2	fo	mm. h ⁻¹	0,00019
β	-	0,004939	α	-	0,405

US\$1,00 = R\$2,91

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Ao se manter todas as variáveis com valores médios e constantes, variando somente o tempo de corte da irrigação, foi possível analisar isoladamente os efeitos desta sobre o incremento de produtividade, necessário para viabilizar a irrigação e definir o tempo ótimo de corte, como demonstrado na Figura 1.

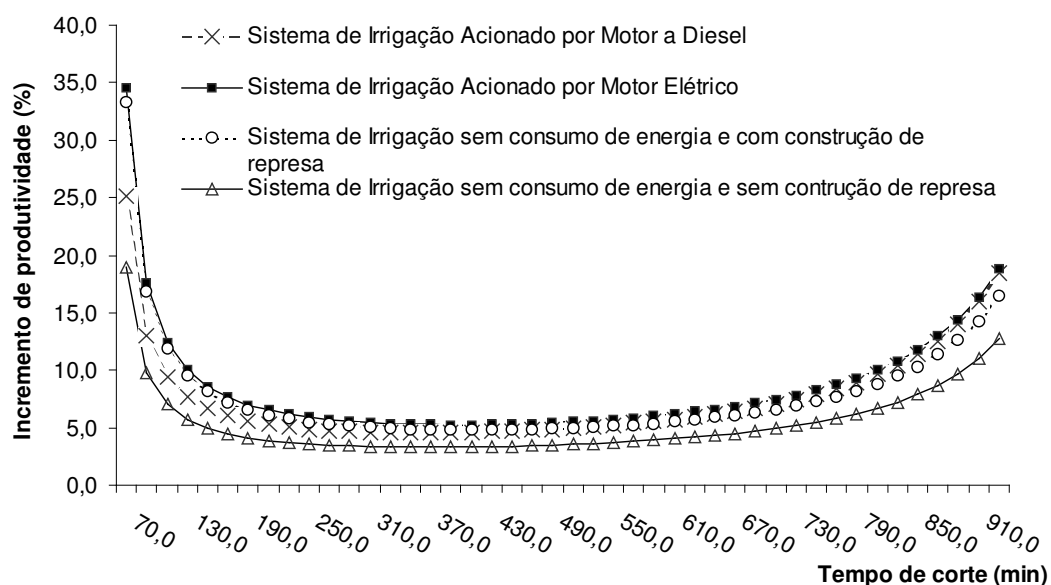


Figura 1. Incremento de produtividade do bananal versus tempo de corte

Observando a Figura 1, nota-se que o incremento de produtividade variou muito quando se adotou tempos de corte extremos, sendo que nestas condições, o incremento deveria chegar até ao redor de 35% para que o emprego da irrigação fosse economicamente viável. Nesta mesma figura, pode-se confirmar que os maiores incrementos de produtividade deverão ser obtidos quando se faz necessário à construção de barragem e rede elétrica. Ao se empregar a metodologia proposta neste trabalho e os dados das Tabelas 1, constatou-se que a máxima produtividade foi de $54,33 \text{ Mg.ha}^{-1}$, sendo esta obtida com o tempo de corte de 510 minutos. Todavia, o modelo indicou que este não foi o melhor adotado e sim que o tempo ótimo de corte seria de 380 minutos, uma vez que este resultou em um menor incremento de produtividade, necessário para se viabilizar a irrigação do bananal (Figura 1). Por conseguinte, o modelo pôde ser testado e os resultados foram animadores, ainda que a escassez de funções de produção seja uma grade limitação para o seu emprego em outras culturas.

CONCLUSÕES: O modelo apresentado neste trabalho mostrou-se eficiente para a determinação do tempo de corte ótimo econômico. Para os cenários estudados, verificou-se

que o incremento de produtividade necessário para viabilizar a irrigação do bananal é plausível de ser obtido. Constatou-se que ao se adotar o tempo de corte ótimo econômico, a produtividade obtida esteve abaixo da máxima possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFBV - Associação Brasileira de Fomento à Banana Verde. Projeto “O ouro verde do Brasil”. <<http://www.brazilhost.com.br/bananaverde/numeros.htm>> - Acesso em 27/01/2005.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BRASIL. Comitê de Distribuição de Energia Elétrica. Tarifas horosazonais, manual de orientação ao consumidor. Rio de Janeiro: CODI, 1988. 28p.
- DANTAS NETO, J. Modelos de decisão para otimização de padrão de cultivo, em áreas irrigadas, baseados nas funções de resposta das culturas a água. 1994. 125 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.
- DOORENBOS, J, KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPA, 1994, 306 p. (Estudos FAO, irrigação e drenagem, 33).
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. < www.fao.org >
- FNP Consultoria e Comércio. Agrianual 2004: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2004. 536p.
- IRGA - Instituto Rio Grandense de Arroz. Custo de produção de arroz irrigado. Safra 2003/04. 52p. <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/custoint.pdf> - acessado em 27/01/2005.
- MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E. W.; DE MARTIN, Z. J.; TRAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D. G.; HASHIZERME, T.; MORETTI, V. A.; BICUDO NETO, L. de C.; ALMEIDA, L. A. S. B.; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. - 2 ed. ver. e. ampl. – Campinas, ITAL, 1985.
- PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO - PRONI – **Tempo de irrigar**: manual do irrigante. São Paulo: Mater, Fundação Victor Civita. 1987. 160 p.
- TELLES, D.A. Água na agricultura e pecuária. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. (org.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999. cap.9, p.305-338.