

## Resumo

Neste trabalho estimou-se o custo da irrigação de um sistema tipo pivô central com bombeamento feito por motor a diesel em diferentes comprimentos da tubulação de recalque e desníveis topográficos para produção de feijoeiro comum na região de Ilha Solteira – SP, bem como sua receita líquida. Considerou-se uma área irrigada de 103,58 ha, sendo a configuração do sistema a mais econômica possível para as variáveis consideradas. A participação da irrigação no custo de produção do feijoeiro variou de 26,6 a 37,6% entre as condições extremas, ou seja, do menor desnível topográfico (40 m) e comprimento da tubulação de recalque (2000 m) ao maior desnível (80 m) e comprimento (3000 m). Considerando-se os preços praticados em agosto de 2008 todas as configurações do sistema de irrigação a diesel seriam viáveis, sendo até mesmo bastante atraentes, proporcionando rendas líquidas de até R\$ 3.283,37 ha<sup>-1</sup>. Já com o preço histórico médio (mês de agosto no período de 2001 a 2008), nas configurações a partir de um comprimento de adutora de 3000 metros, a cultura do feijoeiro irrigada seria inviável, chegando a perdas de R\$ 332,10 ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** pivô central; feijoeiro; custos e lucros.

## Los costos de riego y los ingresos netos de frijol con un pivote central de bombeo de diesel en variaciones de la longitud de la tubería de descarga y declive

### Resumen

En este trabajo se estimó el costo de un sistema de riego con pivote central con bombeo por un motor diesel e realizados en diferentes longitudes de la tubería de recalque y desnivel de la topografía en la producción de frijol en la región de Ilha Solteira – SP, y sus ingresos netos. Se consideró un área de riego de 103,58 hectáreas, y la configuración del sistema más económico posible para las variables consideradas. La cuota de riego en el costo de producción de granos varió desde 26,6 hasta 37,6% entre los extremos, es decir, la pendiente más baja (40 m) y la longitud de la tubería de recalque (2000 m) hasta la brecha más grande (80 m) y longitud (3000 m). Teniendo en cuenta los precios en agosto de 2008 todos los ajustes del sistema de riego por gasóleo pueden ser viable y atractiva, proporcionando ingresos netos de hasta R\$ 3,283.37 ha<sup>-1</sup>. Para el precio promedio histórico (en el período de agosto de 2001 a 2008), en las configuraciones después de una longitud de 3000 metros de tuberías, la cosecha de frijol de riego se convierte en inviable, y las pérdidas ascienden R\$ 332.10 ha<sup>-1</sup>.

**Palabras llave:** pivote; los frijoles; los costos y beneficios.

### Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo responsável por 23,6% da produção, sendo o Estado do Paraná o maior produtor nacional, com aproximadamente 21% de toda produção interna (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2009). Ainda segundo a Companhia

Nacional de Abastecimento – CONAB (2009), a área plantada com feijão no Brasil na safra 2007/2008 foi de 3.993.000 ha, tendo obtido uma produção de 3.520.900 toneladas, ou seja, produtividade de apenas 882 kg ha<sup>-1</sup> (14,7 sacas de 60 kg por ha). Basicamente, são três as safras de feijão no Brasil: a 1ª safra (de verão) cuja colheita concentra-se nos meses

1 Eng. Agrônomo, formado na Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira/UNESP, e-mail: eajsoliveira@gmail.com.

2 Prof. Livre-Docente – Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, e-mail: zocoler@agr.feis.unesp.br.

de dezembro a fevereiro nas regiões Centro-Sul e de fevereiro a abril nas regiões Norte e Nordeste; a 2ª safra (safrinha) cuja colheita se concentra nos meses de março e abril; e a 3ª safra (inverno) cuja colheita se concentra nos meses de julho a outubro.

De acordo com Caser et al. (2008), no Estado de São Paulo na safra 2007/2008 a área plantada com feijão da segunda safra (plantio em janeiro e fevereiro) foi de 58.085 ha para uma produção de 101.940 Mg, seguida pelo feijão de inverno irrigado (plantio abril a junho) que foi de 28.340 ha para uma produção de 68.988 Mg e a área com o feijão da seca final foi de 18.443 ha para uma produção de 19.599 Mg. Portanto, se verifica que no caso do feijão de inverno a produtividade com irrigação é de cerca de 2.434 kg ha<sup>-1</sup> (41,06 sacas ha<sup>-1</sup>), enquanto a sem irrigação a produtividade cai para apenas 1.062 kg ha<sup>-1</sup> (17,70 sacas ha<sup>-1</sup>).

A região Oeste do Estado de São Paulo, sob controle do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Andradina, destaca-se na produção de feijão de inverno devido às temperaturas amenas e ausência de geadas, diminuindo a ocorrência de pragas e doenças, o que favorece a qualidade do grão e boas produções. Os municípios mais representativos na produção de feijão do EDR são: Ilha Solteira com 41,97%, Andradina com 19,43%, Pereira Barreto com 10,40%, Murutinga do Sul com 9,32% e Guaraçá com 6,21% (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 2008).

Barros et al. (2001) verificaram que os preços do feijão foram os que tiveram maiores oscilações anuais no período de 1975 a 2000. Vários fatores contribuem para isso, sendo um dos principais o fato do produto apresentar demanda inelástica, em decorrência da limitação individual de seu consumo. Essa característica favorece a queda acentuada dos preços quando existir excesso do produto no mercado. Numa situação contrária, uma acentuada elevação ocorre no caso de quebras de safras. Isso ocorre pela falta de estoques internacionais suficientes e ainda pela rápida perda de qualidade do produto que impede a formação de estoques reguladores internamente.

Guerra et al. (2000) relatam que o feijoeiro é, normalmente, a cultura anual de maior valor econômico e que, nas áreas irrigadas, tem condições

de ser cultivado com alto nível tecnológico, pois a irrigação permite que o plantio seja feito em épocas adequadas e garante o fornecimento de água para que as plantas demonstrem seu potencial produtivo, podendo ultrapassar 4.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Os custos de produção do feijoeiro de inverno são relativamente elevados, sendo que para a região de Pereira Barreto (SP) seu valor subtraindo o custo da irrigação está por volta de R\$ 3.500,00 por ha. Considerando a necessidade de se produzir nessa região com irrigação, a este valor será acrescido o custo da irrigação que pode se elevar muito se as condições da área plantada forem desfavoráveis como, por exemplo, elevada distância até a fonte de água, elevado desnível geométrico da água e até mesmo se a área estiver longe de um ramal de energia elétrica em que o investimento na linha de alta tensão seja demasiadamente oneroso.

O aspecto energético na irrigação é de grande importância na produção da cultura. Embora existam várias fontes de energia para acionamento de motores, a hidroeletricidade e o diesel são as mais utilizadas no Brasil e, portanto, mais enfatizadas nos trabalhos envolvendo custo de sistemas elevatórios (ZOCOLER, 2004). Conforme Monteiro et al. (2007), na maioria das regiões do país a energia elétrica aparece como a alternativa mais viável economicamente no acionamento de bombas em áreas irrigadas, o que justifica seu uso por aproximadamente 70% dos irrigantes.

Frizzone et al. (1994), utilizando os dados de um projeto da EPAL Engenheiros Associados S/C Ltda, na região de Barreiras (BA), compararam os custos da cultura do feijoeiro irrigada por pivô central acionados por energia elétrica e energia diesel em uma área de 91,3 ha, considerando-se doze épocas de semeadura. Para a estimativa da necessidade de água da cultura foram utilizados dados mensais da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), sendo aplicado o coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>). O somatório dos déficits hídricos mensais referentes ao balanço hídrico correspondeu à necessidade total de irrigação para cada mês de semeadura. Verificou-se que a maior necessidade de irrigação ocorreu para a semeadura no mês de agosto (337,4 mm) e a menor, para a semeadura no mês de janeiro (31,6 mm). Admitiu-se que o ciclo da cultura foi 82 dias em todas épocas de

plântio. Considerando-se que o sistema de irrigação é utilizado para produzir duas safras de feijão por ano (uma com semeadura em maio e outra em outubro) os custos estão apresentados na Tabela 1.

Por meio dessa pesquisa, os autores verificaram que o sistema acionado a diesel resultou num custo anual de irrigação 72,57% superior ao sistema acionado a energia elétrica. Eles concluíram que os custos variáveis da irrigação, representados pelo custo da energia, foram sempre maiores no sistema a diesel. Também o custo do milímetro de água no sistema a eletricidade diminuiu exponencialmente com o aumento do número de horas de irrigação, sendo sempre inferior ao do sistema a diesel. A diferença entre os custos energéticos cresceu entre os sistemas com o aumento da lâmina de água aplicada e a distribuição da necessidade de irrigação durante o ciclo da cultura afetou o custo do milímetro de água aplicada pelo sistema à eletricidade.

Em alguns casos o custo anual total de motores à diesel é mais atraente, como concluíram

Monteiro et al. (2007) em um trabalho de análise dos custos horários de bombeamento de motores à diesel e à eletricidade nas cinco regiões do Brasil. Os autores consideraram as composições tarifárias verde, azul e convencional, período de irrigação de 2, 4, 6 e 8 meses por ano e operação 21 h dia<sup>-1</sup> (21 h somente no horário fora de ponta) e 24 h dia<sup>-1</sup> (3 h no horário de ponta). Foi considerado um motor com potência de 50 cv em ambos os casos, cujos valores de entrada para composição dos custos se encontram na Tabela 2. O ponto de equilíbrio entre motor elétrico e diesel foi determinado pela distância da rede de energia elétrica até o local de consumo. Concluíram, entre outras, que o uso de motores diesel em irrigação é viável em condições de distâncias da rede de transmissão elétrica que pode variar de 1,32 a 8,71 km, conforme a região, tarifa praticada e número de horas de operação diária, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Sendo assim, este trabalho teve o objetivo de simular os custos da irrigação de um sistema tipo pivô central acionado por motor diesel em diferentes

**Tabela 1.** Custos da irrigação em dólar comercial americano<sup>1</sup> (US\$) para o feijoeiro em duas épocas de semeadura no sistema de irrigação tipo pivô-central com bombeamento a eletricidade e a diesel.

Discriminação	Época de Semeadura		Totais
	Maio	Outubro	
Custo anual do consumo efetivo de energia elétrica	1.780,30	339,10	2.119,40
Custo da demanda de energia elétrica	973,10	973,10	1.946,20
Custo anual da energia elétrica (com 13% de ICMS)			4.594,10
Custo fixo anual do sistema acionado à eletricidade			13.372,18
Custo total da irrigação com sistema acionado à eletricidade			17.966,28
Custo anual do consumo de diesel	10.011,70	4.715,10	14.726,80
Custo fixo anual do sistema acionado à diesel			16.277,32
Custo total da irrigação com sistema acionado à diesel			31.004,12

**Tabela 2.** Valores de entrada para composição dos custos totais e anuais para motor elétrico e diesel.

Especificações	Motor Elétrico	Motor Diesel
Custo do motor (R\$)	4.550,00	11.900,00
Potência do motor (cv)	50	50
Vida útil do motor (anos)	15	10
Vida útil da rede de energia elétrica (anos)	30	-
Consumo específico (L/cv hora)	-	0,25
Preço do diesel (R\$)	-	1,13
Taxa anual de juros (%)	12	12
ICMS (%)	20	20
Cosseno do fator de potência	0,86	-

<sup>1</sup> No artigo não foi mencionado a relação US\$/R\$, contudo o preço do óleo diesel correspondia a US\$ 0.34 L<sup>-1</sup> e o consumo de energia elétrica era US\$ 0,04389 kWh<sup>-1</sup>.

**Tabela 3.** Extensão da rede elétrica trifásica (75 kVA), em km, para as regiões do Brasil, com 2, 4, 6 e 9 meses de irrigação (21 h dia<sup>-1</sup>) nas tarifas Azul, Verde e Convencional, que viabiliza o uso do motor diesel.

Região	Tempo de Irrig. Anual (horas – mês)	Tarifa		
		Azul	Verde	Convencional
Norte	1260 – 2	1,92	1,85	1,68
	2520 – 4	3,84	3,73	3,31
	3780 – 6	5,75	5,58	4,95
	5670 – 9	8,63	8,39	7,40
Nordeste	1260 – 2	1,87	1,79	1,52
	2520 – 4	3,74	3,61	3,07
	3780 – 6	5,60	5,41	4,63
	5670 – 9	8,40	8,13	6,97
Centro-Oeste	1260 – 2	1,84	1,77	1,47
	2520 – 4	3,69	3,59	2,97
	3780 – 6	5,51	5,36	4,78
	5670 – 9	8,27	8,07	6,73
Sudeste	1260 – 2	1,74	1,73	1,32
	2520 – 4	3,51	3,51	2,70
	3780 – 6	5,24	5,25	4,08
	5670 – 9	7,88	7,90	6,14
Sul	1260 – 2	1,95	1,86	1,63
	2520 – 4	3,89	3,73	3,28
	3780 – 6	5,81	5,58	4,28
	5670 – 9	8,71	8,37	7,40

comprimentos de adutora e desníveis geométricos na produção do feijoeiro comum na região de Ilha Solteira – SP, bem como a receita líquida obtida com a cultura, em cada configuração do sistema.

## Materiais e métodos

As simulações de custos da irrigação foram realizadas utilizando-se o programa Otimização de Sistemas Elevatórios - OSE (ZOCOLER, 2003).

Considerou-se uma área irrigada de 103,58 hectares nas condições climáticas de Ilha Solteira, sendo dimensionado um sistema de irrigação para aplicação de uma lâmina diária máxima de 6,17 mm em 20 horas, proporcionando uma vazão de 319,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. Esta lâmina foi calculada com base na evapotranspiração média de 9 anos (1999 a 2008), cujos dados climáticos foram obtidos junto à Área de Hidráulica e Irrigação, da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira/UNESP (<http://www.agr.feis.unesp.br/ilhadados.php>), que foi de 4,1 mm, ocorrida no período de floração, cujo Kc é 1,28, considerando ainda uma eficiência de aplicação de 85%.

Considerou-se, também, que a irrigação durante o ciclo da cultura ocorreu no período de 01/maio a 19/julho, perfazendo uma lâmina líquida total de 251 mm, calculada com base na evapotranspiração potencial média da cultura. Para que esta lâmina líquida ocorresse, considerando uma eficiência de aplicação de 85%, a lâmina total aplicada foi de 295,3 mm. Sabendo-se que a vazão do sistema é 319,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, então foram necessários 958 horas de operação do sistema na cultura do feijoeiro, assumindo-se a ausência de chuva no período considerado. Para simulação dos custos da irrigação alguns parâmetros do sistema foram considerados inalterados, sendo mostrados na Tabela 4.

Os outros parâmetros que sofreram variações foram os seguintes:

- i) Desnível topográfico de bombeamento: 40, 50, 60, 70 e 80 metros;
- ii) Comprimento da tubulação de recalque: 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 metros.

Apesar disso, o sistema foi dimensionado, em cada variável proposta, numa configuração mais econômica entre cinco opções inseridas no Programa OSE, ou seja, utilizou-se a melhor configuração para

**Tabela 4** Parâmetros fixos gerais de entrada no programa OSE.

<b>Tubulação de sucção</b>	
Comprimento (m):	30
Material:	Aço Zincado
Rugosidade absoluta “e” fórmula universal (mm)	0,2
Expectativa de “Vida útil” desta tubulação (anos)	15
Dispêndio anual com manutenção e reparos	1,5
Dispêndio com os acessórios hidráulicos	25
Dispêndio com a montagem da tubulação	5
<b>Tubulação de recalque</b>	
Material de composição dos tubos:	Aço Zincado
Rugosidade absoluta “e” da fórmula universal (mm)	0,2
Expectativa de “Vida útil” desta tubulação (anos)	15
Dispêndio anual com manutenção e reparos (% do novo)	0,5
Dispêndio com os acessórios hidráulicos (% do novo)	5
Dispêndio com a montagem da tubulação (% da nova)	7
<b>Dados dos componentes extras</b>	
Natureza do(s) componente(s)	Pivô central
Valor do(s) componente(s) novo(s) montado(s) (R\$)	500.000,00
Expectativa de “vida útil” (anos)	20
Valor de resgate após a “vida útil” (% do valor novo)	20
Dispêndio anual com a manutenção e reparos (% do valor novo)	1
Carga piezométrica necessária no ponto pivô (m)	50
<b>Dados econômicos</b>	
Taxa anual de juros (%):	6,00
Valor Diesel (R\$ litro <sup>-1</sup> )	1,838*
Valor de resgate do sistema elevatório após “vida útil” (% do novo):	15

\*Preço médio do diesel na região de Araçatuba para o ano de 2008, válido para região de Ilha Solteira – SP. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP, 2009).

a condição apresentada, o que significa que se houve, por exemplo, um acréscimo na extensão da tubulação de recalque, a configuração do sistema não foi alterada somente neste item, mas possivelmente os outros itens também o foram, como bomba hidráulica, consumo e potência do motor a combustão. Portanto, foram realizadas 25 simulações (5 desníveis versus 5 comprimentos da tubulação de recalque) e em cada simulação 5 opções no programa OSE. Os preços de equipamentos (tubos, bombas, sistema pivô central) e serviços foram obtidos no mercado durante o segundo semestre do ano de 2008.

No presente trabalho foi considerada uma safra de inverno em que o sistema de irrigação operaria 958 horas, ou seja, 48% do tempo total de operação anual do sistema, assumido igual a 2000 horas. Sendo assim, a depreciação anual do sistema referente à cultura considerada também foi equivalente a este percentual.

O programa OSE considera como custo anual fixo (CAF) a somatória da depreciação anual, calculada pelo método do fundo de formação de capital (FRIZZONE et. al., 2005), e remuneração do capital investido nos equipamentos, instalações e serviços. O custo anual de manutenção e reparos (CAMR) considera os dispêndios ocorridos no ano, necessários para manter o sistema de irrigação em condições normais de operação. Custo anual de bombeamento (CAB) considera os gastos com óleo diesel relativos ao consumo do motor utilizado, que varia conforme a potência.

Os insumos e serviços utilizados na produção do feijoeiro, bem como seus custos foram obtidos com Rapassi (2008) e adaptados para Ilha Solteira – SP (ARF<sup>1</sup>, 2009). Para uma expectativa de produtividade

1 Informação fornecida pelo Professor Dr. Orivaldo Arf do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira – UNESP.

de 3000 kg ha<sup>-1</sup> (50 sacas por ha) o custo de produção do feijoeiro, excetuando-se os custos da irrigação que são fontes de variação no trabalho, foi R\$ 3.587,76 ha<sup>-1</sup>.

Considerando a produtividade de 3000 kg ha<sup>-1</sup> (50 sacas por hectare), custo de produção de R\$ 3.587,76 ha<sup>-1</sup>, preço médio da saca do feijão pago ao produtor no mês de agosto de 2008 (R\$ 163,44, Instituto de Economia Agrícola – IEA) e, também, o preço médio histórico real do feijão no mês de agosto durante o período de 2001 a 2008, foram realizados os cálculos da receita líquida com a cultura nas diferentes configurações do sistema de irrigação simuladas no trabalho. Também foram calculados os preços de equilíbrio (ou nivelamento) como o preço mínimo necessário para cobrir os custos de produção nas diferentes configurações do sistema de irrigação.

Na obtenção do preço médio real do feijão durante o período de agosto de 2001 a agosto de 2008 foi utilizado o IGP-M divulgado pela Fundação Getúlio Vargas. Foram considerados os preços médios nominais da saca do feijão recebido pelos produtores nos meses de agosto de 2001 a 2008, segundo o Instituto de Economia Agrícola – IEA. O valor médio real obtido foi R\$ 108,31 saca<sup>-1</sup>.

## Resultados e discussão

A Tabela 5 mostra, nos desníveis topográficos de bombeamento e comprimentos da tubulação de recalque, o custo anual da irrigação, o custo total de produção, a porcentagem de participação da irrigação no custo de produção, o preço de equilíbrio por saca de feijão, a receita líquida em relação ao preço do feijão de inverno recebido pelo produtor em Agosto de 2008 e a receita líquida histórica para as condições climáticas de Ilha Solteira (SP).

Em relação à Tabela 5 verifica-se que o custo anual da irrigação variou de R\$ 1300,87 ha<sup>-1</sup> a R\$ 2159,84 ha<sup>-1</sup>, entre as condições extremas, ou seja, do menor desnível topográfico (40 m) e comprimento da tubulação de recalque (2000 m) ao maior desnível (80 m) e comprimento (3000 m). Isto fez com que a participação da irrigação no custo de produção variasse de 26,6 a 37,6%. Entre tais extremos haveria uma queda da receita líquida de R\$ 858,97 ha<sup>-1</sup>, que representaria -26,2% no caso do preço pago ao produtor no mês de agosto de 2008 e -163% no caso

do preço histórico. Com isso, o preço de equilíbrio teria que subir de R\$ 97,77 saca<sup>-1</sup> para R\$ 114,95 saca<sup>-1</sup>, representando uma variação de 17,6%, ou seja, para a produtividade esperada de 50 sacas ha<sup>-1</sup> no primeiro caso o produtor cobriria seus custos de produção se o preço fosse R\$ 97,77 saca<sup>-1</sup> e, no segundo se o preço fosse R\$ 114,95 saca<sup>-1</sup>.

Com os preços praticados em agosto de 2008 todas as configurações do sistema de irrigação à diesel seriam viáveis, sendo até mesmo bastante atraente, proporcionando rendas líquidas de até R\$ 3283,37 ha<sup>-1</sup>. Entretanto com o preço histórico médio (mês de agosto no período de 2001 a 2008), nas configurações a partir de um comprimento de adutora de 3000 metros a cultura de feijoeiro irrigada teria receita negativa, chegando a perdas de R\$ 332,10 ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, deve-se alertar que em todos os casos, mesmo os de receitas positivas, o preço mínimo da saca de feijão para cobrir os custos de produção foram superiores ao preço mínimo oficial de R\$ 80,00 saca<sup>-1</sup>, válido para o período analisado.

Isolando-se a fonte de variação desnível topográfico da Tabela 5 obtém-se, em média, um acréscimo de R\$ 62,56 ha<sup>-1</sup> no custo anual da irrigação (e, conseqüentemente, no custo de produção da cultura) para cada 10 m de acréscimo no desnível topográfico de bombeamento. Ou seja, a participação da irrigação no custo de produção se eleva 0,80% a cada 10 m de elevação do terreno em relação à fonte de água. Este percentual foi relativamente baixo neste trabalho devido a não necessidade de se aumentar em muito a potência do sistema de bombeamento entre as situações extremas (40 e 80 m) e, também, devido à maior participação do custo fixo (especialmente o proporcionado pela depreciação do sistema pivô central) em relação ao custo de bombeamento no custo da irrigação. Com isso, o impacto da elevação do desnível topográfico no preço de equilíbrio também foi pequeno, ou seja, R\$ 1,25 saca<sup>-1</sup> para cada 10 m.

Isolando-se a fonte de variação comprimento da tubulação de recalque da Tabela 5 obtém-se, em média, um acréscimo de R\$ 139,61 ha no custo anual da irrigação (e, conseqüentemente, no custo de produção da cultura) para cada 500 m de acréscimo na extensão desta tubulação, representando um acréscimo na participação da irrigação no custo de produção em 1,80%. Com isso, o impacto da elevação da extensão da tubulação de recalque no preço de

**Tabela 5,** Custo anual da irrigação (CAI ha<sup>-1</sup>, em R\$), custo de produção (CP ha<sup>-1</sup>, em R\$), participação da irrigação no custo de produção (Irrig., em%), preço de equilíbrio por saca de feijão (PE saca<sup>-1</sup>, em R\$), receita líquida (RL ha<sup>-1</sup>, em R\$, agosto/2008) e receita líquida histórica (RLH ha<sup>-1</sup>, em R\$, agosto/2001 a agosto/2008) em função do comprimento da adutora (CA, em metros) e desnível topográfico (DT, em metros),

DT	CA	CAI ha <sup>-1</sup>	CP ha <sup>-1</sup>	Irrig	PE saca <sup>-1</sup>	RL ha <sup>-1</sup>	RLH ha <sup>-1</sup>
40	1000	1300,87	4888,63	26,6	97,77	3283,37	526,87
40	1500	1431,31	5019,07	28,5	100,38	3152,93	396,43
40	2000	1557,15	5144,91	30,3	102,90	3027,09	270,59
40	2500	1703,87	5291,63	32,2	105,83	2880,37	123,87
40	3000	1833,72	5421,48	33,8	108,43	2750,52	-5,98
50	1000	1353,20	4940,96	27,4	98,82	3231,04	474,54
50	1500	1483,64	5071,40	29,3	101,43	3100,60	344,10
50	2000	1616,88	5204,64	31,1	104,09	2967,36	210,86
50	2500	1761,32	5349,08	32,9	106,98	2822,92	66,42
50	3000	1886,05	5473,81	34,5	109,48	2698,19	-58,31
60	1000	1413,04	5000,80	28,3	100,02	3171,20	414,70
60	1500	1547,65	5135,41	30,1	102,71	3036,59	280,09
60	2000	1677,62	5265,38	31,9	105,31	2906,62	150,12
60	2500	1813,65	5401,41	33,6	108,03	2770,59	14,09
60	3000	1945,82	5533,58	35,2	110,67	2638,42	-118,08
70	1000	1469,84	5057,60	29,1	101,15	3114,40	357,90
70	1500	1595,25	5183,01	30,8	103,66	2988,99	232,49
70	2000	1729,68	5317,44	32,5	106,35	2854,56	98,06
70	2500	1870,10	5457,86	34,3	109,16	2714,14	-42,36
70	3000	2033,78	5621,54	36,2	112,43	2550,46	-206,04
80	1000	1521,90	5109,66	29,8	102,19	3062,34	305,84
80	1500	1659,81	5247,57	31,6	104,95	2924,43	167,93
80	2000	1804,96	5392,72	33,5	107,85	2779,28	22,78
80	2500	1937,42	5525,18	35,1	110,50	2646,82	-109,68
80	3000	2159,84	5747,60	37,6	114,95	2424,40	-332,10
	CA-isolada	139,61	139,61	1,80	2,79	139,61	139,61
	DT-isolado	62,56	62,56	0,80	1,25	62,56	62,56

equilíbrio foi R\$ 2,79 saca<sup>-1</sup> para cada 500 m. Devido à maior amplitude de variação do comprimento da tubulação de recalque (500 m) em relação ao desnível topográfico de bombeamento (10 m), avaliada neste trabalho, e somente devido a isso, o efeito da extensão da tubulação de recalque foi maior sobre os custos da irrigação que o efeito do desnível topográfico. Se fosse considerada também a variação de 10 m na extensão da tubulação de recalque, então o efeito desta seria, esperadamente, muito menor no custo anual da irrigação (e, portanto, também no custo de produção da cultura), ou seja, R\$ 2,7 ha<sup>-1</sup>, representando 0,036% a mais de participação em tal custo.

## Conclusões

Conforme as proposições do trabalho pode-se concluir que:

- A participação da irrigação no custo de produção do feijoeiro variou de 26,6 a 37,6% entre as condições extremas, ou seja, do menor desnível topográfico (40 m) e comprimento da tubulação de recalque (2000 m) ao maior desnível (80 m) e comprimento (3000 m);

- Entre tais extremos haveria uma perda de receita líquida de R\$ 858,97 ha<sup>-1</sup>;

- Em média, para cada 10 m de acréscimo no desnível topográfico de bombeamento o custo anual da irrigação/custo de produção da cultura aumentou R\$ 62,56 ha<sup>-1</sup>;

- Em média, para cada 500 m de acréscimo no

comprimento da tubulação de recalque o custo anual da irrigação/custo de produção da cultura aumentou R\$ 139,61 ha<sup>-1</sup>;

- Com os preços praticados em agosto de 2008 todas as configurações do sistema de irrigação à diesel seriam viáveis, sendo até mesmo bastante atraente, proporcionando rendas líquidas de até R\$ 3.283,37 ha<sup>-1</sup>;

- Com o preço histórico médio (mês de agosto no período de 2001 a 2008), nas configurações a partir

de um comprimento de adutora de 3000 m a cultura de feijoeiro irrigada teria receita negativa, chegando a perdas de R\$ 332,10 ha<sup>-1</sup>.

## **Referências**

Apresentadas no final da versão em inglês