

RETORNO E RISCO NO EMPREGO DE DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DO CAFEIRO NO CERRADO MINEIRO

Alan Figueiredo de Arêdes¹ Matheus Wemerson Gomes Pereira²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o retorno e o risco relacionados a diferentes sistemas de irrigação do cafeeiro no cerrado mineiro. Foram analisados cinco sistemas de produção de café, de acordo com diferentes tecnologias: não-irrigado, irrigado por gotejamento autocompensado, irrigado por tripa, irrigado por malha e irrigado por pivô central com LEPA. Verificou-se a superioridade da produção irrigada, que teve os maiores retornos econômicos e os menores níveis de risco, independentemente do sistema utilizado.

Palavras-chave: sistemas de irrigação, viabilidade financeira, café.

Return and Risk in the Use of Different Overhead Irrigation Systems in coffee plantation of the savannah region of Minas Gerais State

ABSTRACT

This study was done to analyze the return and risk related to different irrigation systems used in coffee plantations of the savannah region of of Minas Gerais. The irrigations systems such as self compensated drip irrigation, irrigation by gut, irrigation by mesh and irrigation by center pivot with LEPA and no-irrigation were studied. The irrigation of plantations gave highest economic returns and lower risk levels, regardless of the irrigation system used.

Keywords: irrigation systems, financial viability, coffee.

Recebido para publicação em 18/05/2007. Aprovado em 03/03/2009

1 Economista, Mestre e Doutorando em Economia Aplicada – UFV/Bolsista CNPq-Brasil, Universidade Federal de Viçosa, email: aredess@yahoo.com.br

2 Economista, Mestre e Doutorando em Economia Aplicada – UFV/Bolsista CNPq-Brasil, Universidade Federal de Viçosa, email: matheuswgp@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A produção de *commodities* agrícolas, por depender de fatores considerados instáveis que vão além dos fatores ambientais, dos fatores de oferta e demanda interna e externa e, ainda, de fatores de comercialização, exerce grande variabilidade na produção agrícola e no nível de preços. Os quais, por sua vez, impõem dificuldades no planejamento da produção e no abastecimento de mercados, implicando maiores riscos ao negócio (Tweeten, 1979). Neste sentido, o avanço tecnológico aplicado à produção agrícola atua melhorando a produtividade e atenuando riscos: caso da irrigação agrícola.

Entre as principais contribuições da irrigação do cafeeiro, destacam-se, segundo Mantovani et al. (2003), a estabilização da produção, o aumento da produtividade, a rentabilidade e a qualidade dos produtos. Desta forma, a incorporação das inovações tecnológicas de irrigação na produção agrícola depende da sua potencialidade na geração de renda para o agricultor, tornando sua atividade competitiva.

Espera-se que, com a implantação dos sistemas, ocorra um ganho de produtividade que gere benefícios líquidos e que as tecnologias de irrigação reduzam os riscos da produção e da queda dos preços, uma vez que a irrigação manterá, por hipótese, um nível de produtividade elevado e estável do cafezal. Assim, este trabalho tem por objetivo analisar o retorno e o risco do emprego de diferentes sistemas de irrigação do cafeeiro no cerrado mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Entre as etapas de elaboração de projetos, destacam-se como de grande importância as

análises quantitativas e qualitativas que resultarão no seu fluxo de caixa. A correta construção do fluxo é de suma importância, uma vez que os indicadores da rentabilidade e risco do projeto são derivados dele, ou seja, das entradas e saídas de numerários ocorridas durante o período de vigência do mesmo. Entre os critérios econômicos de viabilidade de projetos destacam-se o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Período de *Payback* (PP).

Assim, a partir dos fluxos de caixa elaborados, foram estimados indicadores econômicos e financeiros para analisar a viabilidade financeira e os riscos dos cafeeiros não-irrigados e irrigados. Os indicadores de viabilidade utilizados foram³:

Valor Presente Líquido (VPL): representa o retorno monetário do investimento descontado; o valor do dinheiro no tempo a uma taxa de juros pré-determinada. Quando VPL for maior que zero (VPL >0), o projeto é viável. Em forma de equação

$$VPL = \sum_{t=0}^n (B - C)_t (1 + r)^t \quad (1)$$

em que

B = benefícios;

C = custos e investimentos;

t = período de tempo;

n = tempo limite; e

r = taxa de desconto.

³ Para mais detalhes ver Buarque (1991); Woiler e Mathias (1996) e Ross et. al (1998).

Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto interna gerada pelo projeto que torna o VPL = 0. Assim como o VPL, a TIR leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Quando a TIR for maior que a taxa de desconto ou que o custo de oportunidade, o projeto é viável. Em forma de equação

$$VPL = \sum_{t=0}^n (B - C)_t (1 + r^*)^{-t} = 0 \quad (2)$$

em que

B = benefícios;

C = custos e investimentos;

t = período de tempo;

n = tempo limite; e

r* = taxa de desconto interna.

Período de *Payback* (PP): é definido como o tempo necessário para a recuperação do capital empregado na atividade. Quanto menor o período de recuperação, maior o retorno do investimento. O PP utilizado no artigo não considera o valor do dinheiro no tempo. Em forma de equação

$$P = \sum_{t=0}^n (B - I)_t = 0 \quad (3)$$

em que

B = benefícios;

I = investimentos;

t = período de tempo; e

n = tempo limite.

Na análise de risco, foram utilizadas como medidas de risco o desvio-padrão (σ) e o coeficiente de variação (CV) do fluxo líquido de caixa dos investimentos na produção de café. Utilizou-se também o método de Monte Carlo, pela opção de simulação *Latin Hypercube*, para obter a medida probabilística do risco e da sensibilidade do retorno dos sistemas produtivos. O *software* empregado na realização das simulações foi o *@Risk*.

Para cumprir os objetivos do artigo, foram analisados cinco sistemas de produção de café: 1- não-irrigado; 2- irrigado por gotejamento autocompensado; 3- irrigado por tripa⁴; 4- irrigado por malha; e 5- irrigado por pivô central com LEPA. Para todos os sistemas, foram determinados os custos, as receitas, os investimentos e coletadas informações do nível de produção dos cafeeiros em um hectare. A partir desses dados, foram elaborados os fluxos de caixa para todos os sistemas, considerando uma vida útil de 15 anos, tempo de obsolescência dos equipamentos de irrigação e da vida produtiva das lavouras de café. Os dados sobre custos e investimentos foram coletados no Anuário Estatístico do Café (2005), no Agrianual (2006) e em Mantovani (2003). No caso do preço do café, foi considerado o preço médio de café no valor de R\$ 261,79 por saca de 60 Kg beneficiada, ocorrido entre os anos de 1997 a 2006, obtido no Agrianual (2007). Em relação à taxa de desconto ou ao custo de oportunidade do capital investido, foi utilizada a taxa de juros real de 6% ao ano, representativa da taxa de juros real paga pela caderneta de poupança no período.

Os dados referentes à produtividade dos cafezais foram coletados em Drumond et al. (2006), sendo considerada, no atual artigo, a produção inicial da lavoura no ano 2, correspondente ao terceiro ano de plantio da lavoura, que ocorre no período zero. A produção considerada em cada sistema produtivo por hectare foi de 27,5 sacas para o sistema de produção 1; de 56,2 sacas para o 2; de 51,3 sacas para o 3; de 48,5 sacas para o 4; e de 46,6 sacas para o 5.

No uso do *software @Risk* foram realizadas

4 Foram considerados os custos da implantação do sistema de irrigação por tripa automatizada.

10.000 interações aleatórias utilizando a distribuição de probabilidades normal para o preço do café e triangular para as variáveis: produtividade, mão-de-obra, fertilizante, fungicida e inseticida, uréia, energia, terra e equipamentos para irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o fluxo de caixa líquido, os sistemas produtivos de café mais rentáveis foram os irrigados. O mais indicado foi o sistema 2, irrigado por gotejamento autocompensado; seguido, pelo sistema 3, irrigado por tripa; pelo sistema 4, irrigado por malha; pelo sistema 5, irrigado por pivô central com LEPA; e, por último, o sistema 1, não-irrigado.

Embora os sistemas produtivos irrigados necessitem de maiores investimentos na lavoura, esses sistemas elevam proporcionalmente mais a receita que os custos após a primeira colheita no ano 2, até o fim do ciclo produtivo no ano 15, resultando em maiores níveis monetários do fluxo de caixa líquido médio para

a cafeicultura irrigada (Quadro 1). Promovendo uma comparação, observa-se que enquanto no sistema irrigado 2 o fluxo de caixa médio foi de R\$ 2.854,02, no sistema não-irrigado 1, o fluxo foi de apenas R\$ 1.024,34.

Por meio do desvio-padrão (σ) e do coeficiente de variação (CV), observa-se pelo Quadro 1 que os sistemas de produção irrigados foram os que apresentaram menor risco devido à elevação e estabilização da produtividade. Como os fluxos de caixa líquidos médios nos diferentes sistemas produtivos não foram iguais, utilizou-se como critério de análise de risco o CV, que representa a porcentagem do desvio em torno da média, sendo mais indicado que o (σ_K) para analisar a dispersão quando as amostras possuem médias diferentes.

Pelo critério do CV, quanto maior o σ em relação à média, maior a variação dos retornos e maior o grau de risco. Desta forma, os sistemas menos arriscados foram o 2 e 3, que tiveram um CV de 2,39 e 2,30, respectivamente. Contrariamente, o sistema mais arriscado foi o 1, com um CV de 3,68 (Quadro 1).

Quadro 1. Fluxo líquido de caixa e seus valores médios⁵.

Anos	Sistemas produtivos				
	1	2	3	4	5
0	-12343,72	-21133,28	-17079,65	-16644,39	-18808,28
1	-2621,61	-4550,06	-4454,76	-4600,06	-4600,06
2	2254,94	5063,00	4349,91	3821,60	3571,60
3	2198,51	5120,59	4396,24	3861,83	3607,70
4	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
5	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
6	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
7	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
8	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
9	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
10	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
11	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
12	2187,64	5055,34	4299,21	3796,58	3542,45
13	2187,64	5055,34	4330,99	3796,58	3542,45
14	2262,44	5055,34	4330,99	3796,58	3542,45
15	2762,44	5555,34	4830,99	4296,58	4042,45
Média	R\$ 1024,34	R\$ 2854,02	R\$ 2462,35	R\$ 2031,12	R\$ 1673,78
σ	R\$ 3768,09	R\$ 6835,35	R\$ 5656,85	R\$ 5408,16	R\$ 5832,32
CV	3,68	2,39	2,30	2,66	3,48

Fonte: Dados de pesquisa

⁵ Desvio-padrão e coeficiente de variação do cafezal não-irrigado e irrigado em 15 anos de produção em um ha, com preço médio do café de R\$ 261,79 por saca (Cerrado mineiro, Uberaba-MG).

De acordo com os indicadores de viabilidade de projetos, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Período de *Payback* (PP) (Quadro 2), todos os sistemas produtivos de café foram viáveis economicamente, principalmente a produção irrigada por gotejamento e tripa (sistemas 2 e 3).

Com a utilização da taxa de desconto de 6% ao ano, recuperou-se o capital investido nas cinco diferentes alternativas produtivas, incrementando seu valor de mercado em R\$ 4.708,10, R\$ 19.174,55, R\$ 16.794,31, R\$ 12.593,28 e

R\$ 8.204,65 nas alternativas 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente (Quadro 2).

Da mesma forma, as TIRs evidenciaram que todos os sistemas foram economicamente viáveis, pois as TIRs foram maiores que a taxa de oportunidade de 6% ao ano, sendo as alternativas 2 e 3 as mais indicadas com uma TIR de 15,14% e de 15,55% ao ano, respectivamente (Quadro 2).

Analisando o indicador PP, que mede o tempo de recuperação do capital, as alternativas irrigadas tiveram os mais rápidos reembolsos do capital investido, como pode ser visto no

Quadro 2. Indicadores de viabilidade do cafezal não-irrigado e irrigado em 15 anos de produção em um há⁶.

Indicador	Unidade	Sistemas produtivos				
		1	2	3	4	5
VPL	R\$	4.708,10	19.174,55	16.794,31	12.593,28	8.204,65
TIR	%	10,16	15,14	15,55	13,51	10,64
PP	Anos	8,81	7,07	7,97	7,57	8,58

Fonte: Dados de pesquisa.

Por meio do estudo de sensibilidade (Quadro 3), o poder de influência da maioria das variáveis sobre o VPL foi semelhante, independentemente do sistema de produção adotado. De acordo com os coeficientes estimados, a variável que mais afetou o VPL foi o preço do café, pois a elevação de 1% no preço provocou uma elevação do VPL em 0,772% no sistema produtivo 1; de 0,867% no 2; de 0,911% no 3; de 0,945% no 4; e de 0,974% no 5.

A segunda variável com poder significativo de influência sobre o VPL foi a produtividade, uma vez que o aumento de 1% nessa variável causou uma alta compreendida entre 0,201% e 0,571% no VPL dos sistemas produtivos. As demais variáveis apresentaram pouca ou nenhuma influência sobre o VPL e seus sinais negativos indicaram que as elevações em seus valores diminuíram o VPL (Quadro 3).

Quadro 3. Análise da sensibilidade do VPL em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa na produção de café não-irrigado e irrigado (Cerrado mineiro, Uberaba-MG)

Variável	Sistemas produtivos				
	1	2	3	4	5
Preço	0,772	0,867	0,911	0,945	0,974
Produtividade	0,571	0,442	0,375	0,289	0,201
Terra	-0,092	-0,045	-0,059	-0,060	-0,062
Fertilizante	-0,069	-0,035	-0,042	-0,042	-0,044
Fungicida e inseticida	-0,020	-0,015	-0,018	-0,015	-0,016
Mão-de-obra	-0,015	-0,009	-0,011	-0,014	-0,011
Sistema de irrigação	-	-0,020	-0,011	-0,009	-0,015
Energia	-	0,000	-0,007	-0,003	-0,004

Fonte: Dados da pesquisa.⁷

⁶ Com preço médio do café de R\$ 261,79 por saca (Cerrado mineiro, Uberaba-MG)

⁷ (-) Traços indicam que tal variável não foi utilizada na alternativa tecnológica, logo, não existe um coeficiente para ela.

Quando analisado o risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL (Quadro 4), foi nítido que o sistema não-irrigado teve o menor retorno sob condições de risco em todos os níveis de probabilidade, ou seja, dada certa probabilidade de ocorrência

do VPL, seus valores sempre foram menores. Tomando, por exemplo, o nível de probabilidade de 60%, o VPL foi de no máximo R\$ -10.128,21 no sistema produtivo 1; de R\$ 21.895,46 no 2; de R\$ 12.602,66 no 3; de R\$ 14.552,71 no 4; e de R\$ 12.887,17 no 5.

Quadro 4. Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do Valor Presente Líquido no cultivo de café não-irrigado e irrigado (Cerrado mineiro, Uberaba-MG)

Probabilidade(%)	Sistemas produtivos				
	1	2	3	4	5
5	-39431,05	-39329,71	-38287,70	-37370,38	-38760,72
10	-34819,67	-28806,10	-28775,22	-27795,81	-29154,39
15	-31664,88	-21509,69	-22931,70	-21295,60	-22502,78
20	-28958,50	-15158,78	-17768,87	-15999,49	-17235,32
25	-26564,52	-10144,81	-13380,79	-11533,74	-12702,54
30	-24137,67	-50784,91	-94910,95	-69526,14	-83892,75
35	-21924,96	-7002,41	-55965,81	-3056,37	-45852,01
40	-19624,51	36983,89	-2183,42	49472,98	-87431,57
45	-17509,09	82311,87	13749,44	39304,14	26617,47
50	-15115,97	12396,41	49623,87	73853,84	60049,13
55	-12699,99	16994,91	86834,16	11054,83	95480,12
60	-10128,21	21895,46	12602,66	14552,71	12887,17
65	-76271,53	27023,10	16477,7	18253,83	16586,64
70	-46926,32	32912,22	21380,21	22476,4	20408,20
75	-12450,23	39076,15	26248,31	27049,39	24652,38
80	28222,34	46008,72	31997,85	31642,67	29489,90
85	70382,88	54390,23	38424,71	37679,8	35212,78
90	12322,38	65506,91	46523,34	45976,93	42525,89
95	21660,64	82883,41	59312,88	56446,99	53595,22

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando o risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR, Quadro 5, o sistema 1, não-irrigado, teve o menor retorno do investimento sob condição de risco em todos os níveis de probabilidade, pois dada certa probabilidade de ocorrência da TIR, seu valor sempre foi menor para o sistema 1. Tomando, por exemplo, o nível de probabilidade de 60%, tem-se que a ocorrência

da TIR para o sistema 1 foi no máximo de 7,20%; contra 16,20% no sistema 2; 14,30% no sistema 3; 14,80% no sistema 4; e 13,70% no sistema 5. De forma complementar, no sistema 1 ocorreu 55% de probabilidade de a TIR ser menor que a taxa de desconto de 6%; contra 25% no sistema 2; 30% no sistema 3; entre 25% e 30% no sistema 4; e de 30% no sistema 5.

Quadro 5. Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da Taxa Interna de Retorno no cultivo de café não-irrigado e irrigado (Cerrado mineiro, Uberaba-MG)

Probabilidade(%)	Sistemas produtivos				
	1	2	3	4	5
5	-0,059	-0,034	-0,041	-0,036	-0,038
10	-0,046	-0,001	-0,013	-0,006	-0,009
15	-0,032	0,025	0,011	0,017	0,013
20	-0,021	0,045	0,030	0,038	0,031
25	-0,008	0,063	0,047	0,055	0,048
30	0,005	0,079	0,063	0,070	0,063
35	0,016	0,094	0,078	0,085	0,076
40	0,028	0,107	0,091	0,098	0,089
45	0,039	0,121	0,105	0,111	0,101
50	0,050	0,135	0,118	0,123	0,113
55	0,061	0,148	0,130	0,136	0,125
60	0,072	0,162	0,143	0,148	0,137
65	0,084	0,176	0,156	0,161	0,148
70	0,097	0,191	0,170	0,174	0,160
75	0,112	0,205	0,185	0,188	0,173
80	0,127	0,222	0,202	0,205	0,187
85	0,145	0,240	0,221	0,223	0,203
90	0,167	0,264	0,244	0,243	0,220
95	0,204	0,301	0,279	0,275	0,250

Fonte: Dados de pesquisa.

Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Arêdes (2006) e Arêdes et al. (2007) em estudo comparando os sistemas produtivos de café não-irrigado e irrigado, por gotejamento e malha, em uma região com índices pluviométricos favoráveis ao cultivo do grão (Viçosa-MG).

Esses autores também encontraram VPLs positivos e TIRs maiores que a taxa de juros, indicando viabilidade econômica do investimento na produção de café, especialmente na irrigada. Além disso, o período de retorno do capital investido (PP) e o nível de risco também foram menores na produção irrigada, e a principal fonte de risco foram o preço do café e a produtividade do cafezal.

CONCLUSÕES

- Acafeicultura irrigada no cerrado mineiro se apresentou viável economicamente em todos os sistemas analisados, principalmente quando utilizado o método de irrigação por gotejamento autocompensado, seguido pelo irrigado por tripa, por malha e por pivô central com LEPA.
- Todos os sistemas irrigados ou não tiveram VPLs positivos e TIRs maiores que a taxa de desconto de 6% ao ano, mas a produção irrigada teve os melhores resultados e os menores intervalos de tempo de recuperação do capital, como foi evidenciado pelo indicador PP.
- A produção de café irrigado apresentou o menor risco, pois, independentemente do nível

de probabilidade de ocorrência do indicador TIR, esse sempre foi maior que os retornos auferidos pela cafeicultura não-irrigada.

- O emprego de sistemas de irrigação em lavouras cafeeiras é indicado economicamente, pois permite alcançar taxas de retorno do capital investido maiores que a produção não-irrigada, promove a recuperação do capital empregado em um menor tempo e reduz os riscos da atividade, que por sua vez corrobora a hipótese apresentada de maior produtividade do cafezal irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: 2006. 520p.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: 2007. 516p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. Coffee Business. Rio de Janeiro. Ano XI, 2005.

ARÊDES A. F.; SANTOS M. L.; RUFINO, J. L. S.; REIS, B. S. **Viabilidade econômica da irrigação da cultura do café na região de Viçosa-MG.** Revista de Economia e Agronegócio, v.5(2): 207-225. 2007.

ARÊDES, A. F. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora.** 89 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de**

projetos: uma apresentação didática. 8ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; MARTINS, C. A.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, G. F.; TEIXEIRA, M. P. **Avaliação da produtividade e qualidade do cafeeiro cultivado em condições de cerrado e irrigado por diferentes sistemas.** In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 8, 2006, Araguari. Anais... Uberlândia: UFU, 2006. p. 25.

MANTOVANI, E. C. **Cafeicultura irrigada: produtividade, rentabilidade com sustentabilidade.** In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa: UFV, DEA, 2003. p. 9-45.

MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; VICENTE, M. R.; MUDRIK, A. **Viabilidade de irrigação na cultura do café.** In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos. n. 8, p. 47-78, 2003.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 425 p.

TWEETEN, L.G. **Foundations of farm policy.** 2ª ed. Nebraska: University of Nebraska Press, 1979.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração e análise.** São Paulo: Atlas, 1996. 294 p.