

# COMPARAÇÃO DE TAXAS DE RENTABILIDADE DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS SOB CONDIÇÕES DE RISCO<sup>1</sup>

YOICHI KUGIZAKI<sup>2</sup>

RESUMO - O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia que compare as tecnologias alternativas, sob condições de risco, através da taxa de rentabilidade e do critério de simetria de Hanoch & Levy (1970). Foi apresentado, também, um exemplo empírico de rentabilidade relacionado com diferentes tipos de coberturas do solo na cultura de alho.

Termos para indexação: decisão, dominância estocástica, simetria.

## COMPARISON OF THE PROFITABILITY RATES OF THE ALTERNATIVE TECHNOLOGIES UNDER RISK

ABSTRACT - The objective of this paper is to propose a new methodology to compare the alternative technologies under risk, through the profitability rate and the symmetric rule of Hanoch & Levy (1970). An empirical example of profitability related to the different types of soil covering for garlic culture was also presented.

Index terms: decision, stochastic dominance, symmetry.

## INTRODUÇÃO

Em 1980 foi desenvolvido o Programa de Avaliação Comparativa de Tecnologias Alternativas (PACTA), pelo Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Cruz, 1980). Trata-se de um programa de computador que compara as tecnologias alternativas, do ponto de vista de rentabilidade e risco, utilizando o processo de simulação e o critério de simetria de Hanoch & Levy (1970).

No caso do PACTA, a rentabilidade é mensurada pela margem bruta, calculada pela diferença entre o valor da produção e os custos. Esta definição de rentabilidade pode conduzir a certas conclusões errôneas, quando se comparam as tecnologias alternativas de diferentes custos através da grandeza absoluta dos valores de margem bruta. Isso porque nem sempre a tecnologia que apresenta a margem bruta maior é mais eficiente do que a outra. A margem bruta maior pode ser o resultado do elevado custo de produção e não mede, necessariamente, a eficiência do processo produtivo. Portanto, a melhor definição de rentabilidade é uma relação entre o valor da produção e os custos, que determina a taxa de rentabilidade de cada tecnologia.

---

<sup>1</sup> Recebido em 08 de maio de 1985.

Aceito para publicação em 9 de junho de 1986.

<sup>2</sup> MSc. em Economia Rural, Pesquisador da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA) - Caixa Postal 391 - CEP 29.000 - Vitória, ES.

O objetivo deste trabalho é propor a metodologia que utiliza a taxa de rentabilidade, para comparar as tecnologias alternativas sob condições de risco. Procura-se apresentar, também, um exemplo empírico, utilizando o PACTA e a metodologia proposta para o efeito da comparação.

### METODOLOGIA PROPOSTA

#### Definição de taxa de rentabilidade

A presente metodologia compara e classifica as tecnologias alternativas, do ponto de vista de rentabilidade e risco. A rentabilidade de cada tecnologia é mensurada pela taxa de rentabilidade, conforme a seguinte fórmula:

$$T = f(X_1, X_2, X_3, X_4) = \frac{X_1 X_2}{X_2 X_3 + X_4}$$

onde:

- T = taxa de rentabilidade;
- $X_1$  = preço do produto;
- $X_2$  = rendimento físico;
- $X_3$  = custos que variam conforme rendimento; e
- $X_4$  = outros custos.

#### Hipóteses

As hipóteses utilizadas são:

1. A função de utilidade de tomador de decisão é quadrática, mas não especificada; e
2. A função de distribuição de probabilidade de retorno é simétrica.

A adoção destas hipóteses foi justificada pelo estudo de Porto et alii (1981), embora a primeira hipótese possua certas limitações teóricas (Hanoch & Levy, 1970; Dillon, 1971; Cruz, 1979).

#### Médias e variâncias de variáveis

No caso em que não se dispõe dos valores de médias e variâncias das variáveis aleatórias,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$ , seus valores são calculados através das funções de dis-

tribuição de probabilidade que assimilam melhor as informações existentes em relação às mesmas. Neste caso, a sua função pode ser escolhida entre as seguintes mais comuns: distribuição triangular assimétrica, triangular simétrica, uniforme e valor constante. Os detalhes de cálculos podem ser encontrados no estudo de Kugizaki (1982).

### Média e variância da taxa de rentabilidade

Conforme a definição estabelecida, a taxa de rentabilidade é função de quatro variáveis aleatórias. Portanto, a sua função de distribuição de probabilidade é obtida através das funções de distribuição de probabilidade destas variáveis. Mas, de modo geral, a sua obtenção é trabalhosa e o PACTA adota o processo de simulação, utilizando o computador eletrônico. O método manual freqüentemente utilizado é a introdução de uma outra variável aleatória. Seus detalhes podem ser encontrados no estudo de Meyer (1973).

Entretanto, para fazer a comparação de tecnologias alternativas, utilizando o critério de simetria de Hanoch & Levy (1970), não há necessidade de obter primeiro a função de distribuição de probabilidade da taxa de rentabilidade. Basta conhecer a sua média e variância.

Desenvolvendo-se a função de distribuição de probabilidade da taxa de rentabilidade em série, de Taylor, próximo dos valores médios de variáveis (Meyer, 1973), obtém-se:

$$E(T) \approx \frac{m_1 m_2}{m_2 m_3 + m_4} + \frac{m_1 (m_2^3 v_3 + m_2 v_4 - m_3 m_4 v_2)}{(m_2 m_3 + m_4)^3}$$

$$V(T) \approx \frac{m_2^2 v_1}{(m_2 m_3 + m_4)^2} + \frac{m_1^2 (m_4^2 v_2 + m_2^4 v_3 + m_2^2 v_4)}{(m_2 m_3 + m_4)^4}$$

onde:

$E(T)$  = média da taxa de rentabilidade;

$V(T)$  = variância da taxa de rentabilidade;

$m_1$  = média da variável  $X_1$ ;

$m_2$  = média da variável  $X_2$ ;

$m_3$  = média da variável  $X_3$ ;

$m_4$  = média da variável  $X_4$ ;

- $v_1$  = variância da variável  $X_1$ ;  
 $v_2$  = variância da variável  $X_2$ ;  
 $v_3$  = variância da variável  $X_3$ ; e  
 $v_4$  = variância da variável  $X_4$ .

### **Crítério de simetria de Hanoch & Levy (1970).**

Dadas duas tecnologias alternativas, por exemplo, 1 e 2, com as médias e variâncias de suas taxas de rentabilidade,  $E(T_1)$ ,  $E(T_2)$ ,  $V(T_1)$  e  $V(T_2)$ , o critério de simetria de Hanoch & Levy (1970) assegura a dominância da tecnologia 1 sobre a 2, quando  $E(T_1) > E(T_2)$  e  $V(T_1) < V(T_2)$ . Quando  $E(T_1) > E(T_2)$  e  $V(T_1) > V(T_2)$ , para a dominância da tecnologia 1 sobre a 2, a seguinte condição é suficiente:

$$2 [E(T_1) - E(T_2)] \sqrt{V(T_1)} + [E(T_1) - E(T_2)]^2 \cdot [V(T_1) - V(T_2)] > 0$$

### **EXEMPLO EMPÍRICO**

Os dados utilizados fazem parte do resultado de um experimento que levou a estudo de Carmo (1984) e estão apresentados no Anexo 1. Foram comparados 6 tipos de coberturas do solo na cultura de alho, cultivar Cateto Roxo, no município de Domingos Martins, Espírito Santo. As coberturas constaram de acículas de coníferas, filme de polietileno branco opaco, palha de arroz, capim gordura, filme de polietileno preto e testemunha (sem cobertura).

Os resultados do processo de dominância estocástica, através do PACTA e da metodologia proposta, estão na Tabela 1. Em ambas as metodologias, a ordem de classificação de 4 tecnologias alternativas é a mesma. Em ordem de dominância estocástica, seguem-se acículas, palha de arroz, testemunha e capim-gordura. No caso do plástico preto e do branco, eles ocupam, respectivamente, a primeira e a terceira classificação no PACTA, e as últimas na metodologia proposta. Isto deve-se ao fato de que o PACTA considera superiores aquelas tecnologias alternativas que apresentam as margens brutas maiores, tais como o plástico preto e o branco, como se vê na Tabela 2. Entretanto, os elevados custos do material destas tecnologias reduziram suas taxas de rentabilidade, as quais são mensuradas pela metodologia proposta.

**TABELA 1. Dominância estocástica de diferentes tipos de coberturas do solo na cultura de alho, utilizando o PACTA e a metodologia proposta, Domingos Martins-ES, 1984\*.**

Primeira tecnologia alternativa	Segunda tecnologia alternativa											
	PACTA						Metodologia proposta					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1. Acículas		1	1	1	0	1		1	1	1	1	1
2. Plástico branco	0		1	1	0	1	0		0	0	0	0
3. Palha de arroz	0	0		1	0	1	0	1		1	1	1
4. Capim-gordura	0	0	0		0	0	0	1	0		1	0
5. Plástico preto	1	1	1	1		1	0	1	0	0		0
6. Testemunha	0	0	0	1	0		0	1	0	1	1	

\* Dados calculados pelo autor, com os dados do Anexo 1.

Observação: a leitura é feita no sentido horizontal, sendo que 0 significa que a primeira alternativa é dominada pela segunda; 1 significa que a primeira alternativa domina a segunda.

TABELA 2. Margens brutas e taxas de rentabilidade de diferentes tipos de coberturas do solo na cultura do alho, em valores médios, Domingos Martins-ES, 1984\*

Coberturas do solo	Custo total (A)	Valor da produção (B)	Margem bruta (B - A)	Taxa de rentabilidade (B/A)
1. Acículas	6466819	31646373	25179554	4,894
2. Plástico branco	8872598	33846582	24973984	3,815
3. Palha de arroz	6315328	30454677	24139349	4,822
4. Capim-gordura	6371079	28123623	21752544	4,414
5. Plástico preto	9357522	38699925	29342403	4,136
6. Testemunha	6099308	28196091	22096783	4,623

\* Dados calculados pelo autor, com os dados do Anexo 1.

## REFERÊNCIAS

- CARMO, C.A.S. do. **Efeitos de coberturas do solo e de freqüências de irrigação na cultura do alho (*Allium sativum* L.), em dois locais de altitudes diferentes do Estado do Espírito Santo.** Viçosa-MG, U.F.V./Imprensa Universitária, 1984. 61p. (Tese MS).
- CRUZ, E.R. da. **On the determination of priorities for agricultural research under risk.** London, Wye College, University of London, 1979. 325p. Tese de Doutorado.
- CRUZ, E.R. da. **PACTA - Programa de avaliação comparativa de tecnologia alternativas - guia de usuário.** Brasília, DDM-EMBRAPA, 1980. 7p. Mimeografado.
- DILLON, J.L. An expository review of bernoullian decision theory in agriculture. **Rev. Mark. Agri. Econ.**, 39(1):3-80, Mar., 1971.
- HANOCH, G. & LEVY, H. Efficient portfolio selection with quadratic and cubic utility. **J. Bus.**, 43(2):181-9, 1970.
- KUGIZAKI, Y. Proposta metodológica para simplificação do PACTA (Programa de Avaliação Comparativa de Tecnologias Alternativas). **R. Econ. rural**, Brasília, 20(2):317-24, abr./jun., 1982.
- MEYER, P.L. **Probabilidade aplicações à estatística.** Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1973. 391p.
- PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da & INFELD, J.A. **Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usados na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do arroz irrigado.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 19, Olinda-PE, **Anais** 1981. 25p. Mimeografado.
- SISTEMAS de produção de alho - Espírito Santo, Vitória-ES, EMBRATER/EMBRAPA/EMATER-ES/EMCAPA, 1980. 34p. (Boletim, 168).

**ANEXO 1. Médias e desvios-padrão de variáveis em diferentes tipos de coberturas do solo na cultura do alho, Domingos Martins-ES, 1984\*.**

Coberturas do solo	Médias e desvios-padrão de variáveis							
	m <sub>1</sub>	$\sqrt{v_1}$	m <sub>2</sub>	$\sqrt{v_2}$	m <sub>3</sub>	$\sqrt{v_3}$	m <sub>4</sub>	$\sqrt{v_4}$
1. Acículas	2013	594	15721	3040	170	6,94	3794249	154900
2. Plástico branco	2013	594	16814	3910	170	6,94	6014218	245529
3. Palha de arroz	2013	594	15129	4300	171	6,98	3728269	152206
4. Capim-gordura	2013	594	13971	3730	171	6,98	3982038	162566
5. Plástico preto	2013	594	19225	4500	171	6,98	6070047	247809
6. Testemunha	2013	594	14007	2900	170	6,94	3718118	151792

\* Dados estimados pelo autor, baseando-se em Carmo (1984) e Sistemas (1980).