

**SELEÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE NOVA
TECNOLOGIA SOB CONDIÇÕES DE RISCO:
O CASO DO SORGO FORRAGEIRO**

*Ahmad Saeed Khan**
*Robério Telmo Campos***

Resumo: Os objetivos deste estudo consistem em selecionar, com e sem adubação, tecnologias com menor risco e maior rentabilidade, bem como indicar a tecnologia mais viável economicamente para a região nordestina. Os dados de produção são provenientes de experimentos realizados durante o período 1979-82, pelo Departamento de Fitotecnia na Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará. O método de Hanoch & Levy, que foi utilizado para selecionar a tecnologia alternativa, mostrou um poder de discriminação de 90%. Com a aplicação do método proposto por Hanoch & Levy e pelos resultados obtidos através da avaliação econômica foi possível identificar a tecnologia "E" como sendo a mais eficiente, nas duas situações (com e sem adubação).

1. INTRODUÇÃO

O fortalecimento da agropecuária da zona semi-árida do Nordeste, através do aumento de sua estabilidade e produtividade, é fundamental para a Região, pois possibilita ao País uma contribuição ao desenvolvimento econômico e social que só atingirá níveis realmente compatíveis com as aspirações históricas da população quando estiver contando com uma produção agropecuária capaz de contribuir efetivamente para essa perspectiva.

* Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Economia Rural, Professor Adjunto do Depto. de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

** Engenheiro Agrônomo, M.S. em Economia Rural, Professor Adjunto do Depto. de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Com este ponto de vista pode-se afirmar que o caminho mais racional a seguir é o da adoção de uma tecnologia adequada ao ambiente, tendo como meta básica a exploração de plantas e animais que melhor se adaptem às adversidades do meio e à geração de sistemas de produção condizentes com as condições locais.

Diante de tais colocações, surgiu a preocupação com a cultura do sorgo de um modo específico, cujas qualidades assemelham-se às do milho, alcançando, atualmente, boa expressividade econômica devido às suas características alimentares para a pecuária e suas exigências culturais.

O sorgo é hoje o sexto cereal mais importante do mundo. Está suplantado apenas pelo trigo, arroz, milho, cevada e aveia. Segundo o Anuário de Produção da FAO, o Brasil é o décimo primeiro produtor mundial de sorgo, cultura que se apresenta como uma alternativa para a ampliação de sua fronteira agrícola devido a sua boa cotação no mercado internacional.

Ensaios com cultivares de sorgo têm sido realizados há vários anos no Estado do Ceará e os resultados sempre se apresentaram satisfatórios, registrando produções, quer de grãos, quer de forragens, superiores às do milho, planta bem mais exigente quanto às condições climáticas.

O sorgo forrageiro destaca-se pelo seu elevado potencial de produção e pela boa adequação à mecanização. Ao mesmo tempo sobressai-se por ser uma fonte de energia para arraçoamento de ruminantes e por apresentar grande versatilidade, podendo ser utilizado no pastejo direto, como forragem verde e sob forma de silagem.

Já o sorgo granífero tem grande utilidade como alimento animal, substituindo parte do milho na composição de rações balanceadas. Esta substituição pode ser total nas rações para bovinos, ovinos, caprinos e coelhos, de 85% nas rações para suínos e de 30% a 40% para aves. Essa utilização liberaria o milho para uso na alimentação humana, já que cerca de 74% de demanda de milho destina-se ao consumo animal (GUMARÃES, 1985). (7)

Para o consumo humano, com ligeiras modificações nos seus padrões alimentares, poder-se-ia admitir o uso do sorgo granífero diretamente, sob a forma de farinha ou fubá, ou enriquecendo a farinha de mandioca, que é pobre em proteínas, ou ainda na indústria, adicionando-o à farinha de trigo.

Diante de tal apresentação, conclui-se ser de grande relevância o desempenho de trabalhos buscando manejos mais adequados de cultivo, práticas culturais mais adaptadas, como plantio consorciado e controle mais eficiente de pragas e ervas daninhas, além de outras linhas que proporcionem maior viabilidade técnica e econômica para sua exploração racional.

1.1. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

A incorporação do risco na teoria da produção tem sido destacada, por ser este uma característica dominante da agricultura. Dentre os principais fatores responsáveis pelo risco têm-se os fenômenos climáticos, a incidência de pragas e moléstias e a variação nos preços.

Segundo MOUTINHO *et alii* (1977) (11), o risco tende a atuar como impedimento na adoção de práticas melhoradas por parte dos agricultores, os quais geralmente encaram as alternativas tecnológicas derivadas de trabalhos experimentais como as mais arriscadas. Daí a importância de se divulgarem resultados de pesquisas incluindo o aspecto do risco. Desse modo, os economistas agrícolas poderão proporcionar aos agricultores informações econômicas adicionais sobre novas tecnologias geradas pela pesquisa, ressaltando que tais informações não se referem somente à rentabilidade de uma determinada tecnologia, mas também, ao risco a que o agricultor estará exposto ao adotá-la.

Levando-se em consideração a escassez relativa de recursos produtivos para a agricultura do Nordeste, é fundamental conhecer as maneiras pelas quais seus recursos são combinados na cultura do sorgo e estimar, se for o caso, novas combinações capazes de aumentar a sua eficiência, permitindo que o progresso da cultura venha a contribuir efetivamente para o desenvolvimento econômico regional e nacional.

O sorgo vem pouco a pouco se impondo na preferência do rurícola cearense, principalmente nos anos de escassez de chuvas. Seu potencial é comprovado graças a sua rusticidade. Em 1979, em algumas áreas experimentais, obtiveram-se produções razoáveis de sorgo granífero com apenas 400mm de chuvas, irregularmente distribuídos. Em 1980, no município de Pentecoste, no Estado do Ceará, também com precipitação pluviométrica em torno de 450mm, obtiveram-se produções acima de 2,5t/ha, enquanto a produção de milho foi muito inferior. Além da superioridade na produção de grãos, também a produção de massa verde apresentou-se bastante favorável. (Relatório de Pesquisa 1981 — Convênio BNB/FCPC/UFC — Programa de Pesquisa com a Cultura do Sorgo).

A resistência dessa planta às condições adversas do meio é que despertou o interesse deste trabalho, o qual considera o risco, além da rentabilidade, na escolha de novas tecnologias agrícolas relacionadas ao comportamento dos diferentes cultivares de sorgo.

Assim, este trabalho se propõe a selecionar as tecnologias associadas à produção de massa verde (APÊNDICE), considerando os aspectos renda e risco.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo selecionar, entre várias alternativas tecnológicas, para cada situação (com adubação e sem adubação), aquelas menos vulneráveis ao risco e de melhores perspectivas econômicas para o Nordeste.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Selecionar, para cada situação, tecnologia com menor risco e maior rentabilidade;
- b) indicar a tecnologia mais viável economicamente para a Região;
- c) fornecer subsídios para que os agricultores tomem decisões menos arriscadas, as quais lhe proporcionem aumento de renda e maior estabilidade sócio-econômica.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. FONTE DOS DADOS

Os dados de produção são provenientes dos experimentos realizados durante o período 1979-82, pelo Departamento de Fitotecnia na Fazenda Experimental do Vale do Curu (município de Pentecoste), pertencente à Universidade Federal do Ceará.

O delineamento experimental usado nos ensaios foi o de "blocos ao acaso", com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas cultivares e as subparcelas caracterizadas com adubação e sem adubação. A área de cada parcela foi de 24m², dividida

em duas subparcelas de 12m², cada uma constituída de quatro fileiras, sendo que, apenas as duas fileiras centrais foram utilizadas para fins de avaliação.

O espaçamento entre fileiras foi de 0,50m², com dez plantas por metro linear dentro de cada fileira.

Na área experimental adubada usou-se NPK nas doses de 60-60-30. O fósforo, o potássio e um terço do nitrogênio foram aplicados no plantio e os dois terços restantes de nitrogênio foram aplicados, em cobertura, 30 dias após o plantio, mantidos todos os demais fatores constantes.

2.2. MÉTODO

Atualmente já se dispõe de um considerável acervo de pesquisas que incorporam o risco das atividades agrícolas em suas análises.

Segundo ANDERSON *et alii* (1977) (2), um problema de decisão existe quando surge a insegurança quanto às possíveis consequências de se escolher uma entre duas ou mais alternativas. Quando o indivíduo não tem conhecimento perfeito das consequências de sua decisão, dizemos que está diante de uma escolha com risco.

Existem vários métodos para se entender o processo de decisão em condição de risco.

Estimar as funções de utilidade de cada agricultor é um trabalho relativamente complexo. Conseqüentemente, são poucos os lugares do mundo onde estas funções foram estimadas. Objetivando superar tal dificuldade, desenvolveu-se o método de dominância estocástica, que considera toda a distribuição cumulativa de probabilidade dos retornos.

Verifica-se, contudo, um baixo poder de discriminação do método em pesquisas que analisam poucas alternativas tecnológicas. MOUTINHO, estudando seis alternativas para a cultura do feijão constatou que cinco são eficientes, obtendo assim um poder de discriminação igual a 16,7%.

ANDERSON (1977) (2), GARCIA & CRUZ (1979) (6) e PORTER (1973) (13), utilizando um elevado número de alternativas em suas análises, obtiveram um poder de discriminação em torno de 80%.

Outra desvantagem, segundo ANDERSON (1974) (1), é que há um encargo a pagar que se generaliza sem impor restrições num critério de escolha. Especificamente na dominância estocástica, esse encargo se apresenta na demasiada importância atribuída às extremidades das distribuições que estão sendo comparadas, ou seja, é dada ênfase excessiva aos reduzidos valores extremos das quantidades esperadas.

O método média-variância (E.V.) é outro critério comumente empregado nas análises de risco e foi proposto por MARKOWITZ, (1952) (10). Baseia-se nos conceitos de renda esperada (E) e de variância da renda (V).

Segundo PORTO *et alii* (1982) (14), o método E-V presume que o tomador de decisão opta pela alternativa que apresente menor risco para uma mesma média, ou aquele com maior média para um igual nível de variância. Este método, em algumas situações, pode exibir resultados inconclusivos, ou seja: se uma alternativa X_1 , apresentar um retorno médio bem superior à alternativa X_2 , entretanto com pequeno acréscimo de variância em relação a X_2 , não se têm subsídios para indicar qual das duas alternativas é a melhor. Diante desta indefinição, a escolha da alternativa fica a cargo do tomador de decisão em função do seu grau de aversão ou propensão ao risco.

PORTO *et alii* (1982) (14) aplicaram este método, visando a selecionar tecnologias sob condições de risco para o arroz irrigado. Observou-se que, de 20 alternativas analisadas, o método apresentou um poder de discriminação de 55%, considerado muito baixo para o setor agrícola onde os produtores não estão dispostos a escolher uma alternativa entre um leque de opções muito grande.

PORTRER (1973) (13) afirma que o método média-variância tende a apresentar maior poder de discriminação que as regras de dominância estocástica, já que é mais restritivo em suas hipóteses. Para um conjunto de 893 "portfólios" de ações da Bolsa de Chicago, PORTER selecionou 67 alternativas pela análise E-V, enquanto mesmo utilizando o terceiro grau de dominância estocástica selecionou 146 alternativas.

Embora sendo o poder discriminatório da análise média-variância superior ao das regras de dominância estocástica, para a pesquisa agropecuária precisa-se de um método que considere o risco e apresente uma

maior eficácia discriminatória na seleção de alternativas tecnológicas. Foi diante desta necessidade que PORTO *et alii* utilizaram o método de Hanoch & Levy.

Esse método, que foi utilizado neste trabalho, considera as seguintes hipóteses:

- a) a função de utilidade do tomador de decisão é quadrática;
- b) a função de distribuição de probabilidade dos retornos é simétrica.

Com a presença das hipóteses mencionadas, o critério de HANOCH e LEVY torna-se um caso especial das regras de dominância estocástica.

A representação da função de utilidade quadrática pode ser feita do seguinte modo:

$$U(Y) = a + bY + cY^2, \text{ onde:}$$

Y = é a variável aleatória que representa a rentabilidade da tecnologia;

$$U'(Y) = b + 2cY > 0 \text{ para todo } Y, \text{ desde que } b > 0$$

Supondo-se aversão ao risco, é necessário que $U''(Y) = 2c < 0$. Então as condições de que $b > 0$ e $2c < 0$ implicam que Y é limitada no intervalo $Y < K$, onde $K = -b/2c > 0$. Desta forma, a função de utilidade quadrática poderá ser representada por:

$$U(Y) = 2KY - Y^2 \quad (K > 0; Y < K)$$

$$U'(Y) = 2(K - Y) > 0 \quad \text{e}$$

$$U''(Y) = -2 < 0.$$

Dadas duas tecnologias, Y_1 e Y_2 , com médias μ_1 e μ_2 e variâncias σ_1^2 e σ_2^2 , respectivamente, o indivíduo prefere Y_1 se e somente se:

$$\begin{aligned} \Delta E(U) &= EU(Y_1) - EU(Y_2) \\ &= 2K\Delta\mu - (\Delta\mu^2 + \Delta\sigma^2) \\ &= 2\Delta\mu(K - \bar{\mu}) - \Delta\sigma^2 > 0, \text{ onde:} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\mu &= \mu_1 - \mu_2 \\ \bar{\mu} &= (\mu_1 + \mu_2) / 2 \\ \Delta\sigma^2 &= \sigma_1^2 - \sigma_2^2 \\ \mu^1 &= E(Y_1) \\ \mu^2 &= E(Y_2) \\ \sigma_1^2 &= V(Y_1) \\ \sigma_2^2 &= V(Y_2)\end{aligned}$$

Como os valores de Y_1 e Y_2 são limitados por K , tem-se:
 $\mu_1 = E(Y_1) < K$ e
 $\mu_2 = E(Y_2) < K$ e

então $\bar{\mu} < K$.

O critério de simetria desenvolvido por HANOCH e LEVY assegura o domínio de Y_1 sobre Y_2 , quando:

(a) $E(Y_1) > E(Y_2)$

$V(Y_1) < V(Y_2)$ e a dominância de Y_1 sobre Y_2 fica automaticamente evidenciada pela regra de MARKOWITZ.

(b) $E(Y_1) > E(Y_2)$

$V(Y_1) > V(Y_2)$

Neste caso, haverá dominância de Y_1 sobre Y_2 se,
 $2\Delta\mu = (\mu_1 + \sigma_1 + \bar{\mu}) - \Delta\sigma^2 > 0$

ou

$$2\Delta\mu(\sigma_1) + (\Delta\mu)^2 - \Delta\sigma^2 > 0$$

ou

$$2 [E(Y_1) - E(Y_2)] \sqrt{V(Y_1)} + [E(Y_1) - E(Y_2)]^2 - [V(Y_1) - V(Y_2)] > 0$$

Recente aplicação deste método foi feita por DA CRUZ, na seleção ou tecnologia sob condição de risco para o arroz irrigado. O método de HANOCH e LEVY apresentou um poder de discriminação de 90%, enquanto o critério E-V descartou somente 55% das alternativas em análise. O autor atribuiu a grande diferença nos resultados à não-compensação entre margem bruta e risco no método média-variância.

2.2.2. Critério de Avaliação Econômica

Será exibido, nesta parte do trabalho, um dos métodos principais de seleção e avaliação de tecnologias sob o ponto de vista estritamente econômico.

2.2.2.1. Relação Benefício/Custo (B/C)

Este indicador consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. O critério de decisão a ser adotado na seleção da tecnologia alternativa será com base naquela que apresentar maior relação B/C.

Segundo CONTADOR (1981) (3), HOFFMANN (1978) (8) e NORONHA (1981) (12) a relação benefício/custo pode ser estimada pela fórmula:

$$B/C = \frac{R_T}{C_T}, \text{ onde:}$$

B/C = relação benefício/custo;

R_T = valor presente das receitas associadas à tecnologia T;

C_T = valor presente dos custos associados à tecnologia T.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DOMINÂNCIA DAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Através da aplicação do método sugerido por HANOCH e LEVY, foi possível separar as tecnologias eficientes, com adubação e sem adubação. Os resultados apresentados na TABELA 1 revelaram a alternativa tecnológica E, com adubação, como sendo a de maior eficiência, apresentando uma produtividade média de 31,74t por hectare.

A segunda opção mais eficiente para os agricultores cearenses foi a tecnologia F, que apresentou uma produtividade média em torno de 74% em relação à alternativa tecnológica E (TABELA 2). Observa-se também que a alternativa D é menos eficiente e tem menor produtividade do que todas as tecnologias consideradas neste estudo.

Os resultados, levando-se em consideração a seleção das tecnologias

mais eficientes, sem adubação, não foram diferentes daqueles obtidos sob condições de adubação.

Com o emprego do método de HANOCH e LEVY, identificou-se a alternativa tecnológica E como a mais eficiente (TABELA 3). Esta alternativa proporcionou uma produtividade média de 20,06t por hectare, seguida pela tecnologia F, que apresentou produtividade média de 17,26t por hectare (TABELA 4).

Os dados apresentados na TABELA 3 revelaram a alternativa tecnológica H como a de menor eficiência, apresentando uma produtividade média por ano de 12,07t/ha (TABELA 4).

Ficou evidenciado, pelos resultados obtidos, que o método de HANOCH e LEVY é adequado para pesquisas que consideram em suas análises um número reduzido de alternativas tecnológicas, visto que, na escolha de uma tecnologia para cada situação (com adubação e sem adubação) obteve-se um poder de discriminação de 90%.

TABELA 1
Dominância das alternativas tecnológicas comparadas
duas a duas, segundo o método de HANOCH & LEVY.

1: AT	2: AT									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	—	2	0	1	0	0	0	0	2	2
B	2	—	0	1	0	0	0	0	2	2
C	1	1	—	1	0	0	0	2	2	2
D	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0
E	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	0	—	2	1	1	1
G	1	1	1	1	0	2	—	2	1	2
H	1	1	2	1	0	0	2	—	1	1
I	2	2	2	1	0	0	0	0	—	0
J	2	2	2	1	0	0	2	0	1	—

FONTE: TABELA 2

NOTA: A leitura deverá ser procedida no sentido horizontal, sendo que 0 revela a dominância da segunda alternativa sobre a primeira alternativa; 1 expressa dominância da primeira alternativa sobre a segunda; 2 significa dupla eficiência, isto é, a dominância de uma alternativa sobre a outra é inconclusiva.

TABELA 2
Produtividade média e desvio-padrão da produção de sorgo forrageiro, com adubação das alternativas tecnológicas sob comparação.

Alternativas Tecnológicas	Produtividade Média (t/ha)	Desvio-Padrão
A	19,36	8,29
B	20,19	10,26
C	20,40	9,42
D	17,88	8,18
E	31,74	16,32
F	23,58	12,65
G	21,33	8,36
H	22,47	12,36
I	21,33	12,17
J	21,61	11,99

FONTE: Dados experimentais.

TABELA 3
Dominância das alternativas tecnológicas comparadas duas a duas, segundo o método de HANOCH & LEVY.

		Alternativas Tecnológicas (AT)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1: AT	2: AT	—	0	0	1	0	0	1	1	2	2
	A	—	0	0	1	0	0	1	1	2	2
B	1	—	2	1	0	2	1	1	1	1	2
C	1	2	—	1	0	0	1	1	1	1	1
D	0	0	0	—	0	0	2	1	2	0	
E	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	
F	1	2	1	1	0	—	1	1	1	1	
G	0	0	0	2	0	0	—	1	0	0	
H	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
I	2	0	0	2	0	0	1	1	—	0	
J	2	2	0	1	0	0	1	1	1	—	

FONTE: TABELA 4

NOTA: A leitura deverá ser procedida no sentido horizontal, sendo que 0 revela a dominância da segunda alternativa sobre a primeira alternativa; 1 expressa dominância da primeira alternativa sobre a segunda; 2 significa dupla eficiência, isto é, a dominância de uma alternativa sobre a outra é inconclusiva.

TABELA 4

Produtividade média e desvio-padrão da produção de sorgo forrageiro, sem adubação, das alternativas tecnológicas sob comparação.

Cultivares Alternativas	Produtividade Média (t/ha)	Desvio-Padrão
A	13,18	7,76
B	13,61	4,21
C	14,86	7,88
D	12,43	7,05
E	20,06	12,50
F	17,26	9,46
G	13,04	8,17
H	12,07	9,03
I	13,53	8,85
J	13,79	8,46

FONTE: Dados experimentais.

3.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Depois de selecionadas as tecnologias mais eficientes para cada situação, será identificada, através de uma avaliação econômica, a tecnologia mais rentável. Como as práticas de preparação do solo, tratos culturais e níveis de utilização de fertilizantes foram iguais para todas as tecnologias, a produtividade média foi considerada para avaliação econômica das tecnologias. Os resultados representados nas TABELAS 1 e 4 reafirmaram a superioridade da alternativa E sobre as demais, para as duas situações.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram alinhar as seguintes conclusões:

a) o método proposto por HANOCH e LEVY revelou-se bem apropriado para avaliar e selecionar tecnologias em condições de risco; foi constatada, nas análises procedidas, uma excelente eficácia discriminatória, quando se consideraram várias opções de escolha. O método mostrou-se de fácil aplicação, não requerendo a estimativa de funções de utilidade para cada agricultor;

b) com a aplicação do método proposto por HANOCH & LEVY, foi possível identificar a tecnologia E como sendo a mais eficiente, entre as duas situações (com adubação e sem adubação).

Os resultados obtidos com a avaliação econômica reafirmaram a superioridade da tecnologia E em ambas as situações analisadas.

APÊNDICE

Tecnologias consideradas na análise.

Tecnologia	Cultivares	
	Nº do Centro Ciências Agrárias	Outra Identificação
A	116	3937-2
B	153	4591-3
C	401	AF-43
D	2160	IPA-1183
E	2223	IPA-1218
F	2278	IPA-727
G	2279	IPA-1084
H	2287	IPA-1345
I	2289	IPA-1256
J	2293	IPA-1285

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, J. R. Risk efficiency in the interpretation of agricultural production research. *Review of Marketing and Agricultural Economics*. New South Wales, 42(3): 131-84, Sept., 1974.
2. _____ ; DILLON, J. L. & HARDAKER, J. B. *Agricultural decision analysis*. Ames, Iowa State University Press, 1977. 344p.
3. CONTADOR, C. R. *Avaliação social de projetos*. São Paulo, Atlas, 1981. 301p.
4. DILLON, J. L. *Agricultura, pesquisa e probabilidade*. Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1976. 25p. (Série Pesquisa, 13).
5. _____ . *Avaliação de tecnologias alternativas sob risco*. Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1975. 22p. (Série Pesquisa, 5).
6. GARCIA, J. C. & CRUZ, J. C. Seleção pela dominância estocástica, de práticas agrícolas eficientes com respeito ao risco: uma aplicação para a cultura de milho. *Revista de Economia Rural*, Brasília, 17(2): 131-42, 1979.
7. GUIMARÃES, J. F. *Análise econômica de experimentos com adubação e densidade de plantio na cultura do sorgo*. Fortaleza, U.F.C. Centro de Ciências Agrárias, DEA, 1985. 83p. Tese (mestrado) - Univ. Ceará.
8. HANOCH & LEVY, H. Efficient portfolio selection with quadratic and cubic utility. *Journal of business*. 43(2): 191-89, 1970.

9. HOFFMANN, R. et alii. **Administração da empresa agrícola.** 2 Ed. São Paulo, Pioneira, 1978. 325p.
10. MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance.** 7(1): 77-91, Mar., 1952.
11. MOUTINHO, D. A. **Escolha de nova tecnologia sob condições de risco: o caso do feijão de corda em Quixadá.** Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1977. 118p. Tese - (Mestre) - Univ. Ceará.
12. NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica.** São Paulo, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1981. 274p.
13. PORTER, R. B. An Empirical comparison of stochastic dominance and mean: variance portfolio choice criteria: **Journal of Financial and Quantitative Analysis.** p. 587-608, Sept. 1973.
14. 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 alternativa: o caso da cultura do arroz irrigado. **Revista de Economia Rural,** Olinda, 20(2): 193-211, 1982.

Abstract: The objectives of this study were to select, with and without fertilization, the technology offering least risk and highest profitability, and to indicate the economically most viable technology for the Northeast region. Production data were obtained from experiments carried out during the 1979/82 period, by the Department of Crop Science at the Experimental Farm in the Curu Valley, belonging to the Federal University of Ceará. The method of Hanoch & Levy utilized to select alternative technologies, showed a discriminatory power of 90%. The application of the method proposed by Hanoch & Levy and the results obtained from the economic evaluation, made possible to identify technology "E" as being the most efficient, in the two situations (with and without fertilizers).