

## **TOMADA DE DECISÃO SOB CONDIÇÕES DE RISCO EM RELAÇÃO À NOVA TECNOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DO FEIJÃO DE CORDA**

---

Diva Aparecida Moutinho  
John H. Sanders Jr.  
Michael T. Weber(\*)

### **SINOPSE**

Este trabalho visa comparar metodologias e avaliar alternativas de nova tecnologia para a produção de feijão em corda, considerando o lucro e o risco, no Município de Quixadá. Seus objetivos são: estimar as funções de produção para cada ano, a média e variância da receita líquida das tecnologias analisadas e comparar funções de utilidade e de dominância estocástica como critérios de escolha. Os resultados deste estudo mostraram que os agricultores são geralmente mais influenciados em suas decisões pelas distribuições dos lucros do que pelos níveis médios desses lucros.

### **SUMMARY**

The purpose of this paper is to compare analytical procedures and to evaluate alternative of a new technologies for the production of cowpea in the municipality of Quixadá, taking into account the potencial profits and risks. The specific objectives are: to estimate the productions for each year; to determine the mean and variance of the net revenue under each technological alternative and to compare the utility and the stochastic dominance functions as selection criteria. The results of this study showed that farmers decisions are generally more affected by the distribution of profits than by the average levels of these profits.

---

(\*) Respectivamente: Técnica da EMPRAPA, técnico do CIAT-Colômbia e Professor visitante do Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

## **TOMADA DE DECISÃO, COM RELAÇÃO A NOVA TECNOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DO FEIJÃO-DE-CORDA, SOB CONDIÇÕES DE RISCO**

---

Diva Aparecida Moutinho  
John H. Sanders Jr.  
Michael T. Weber

### **1. INTRODUÇÃO**

De modo geral o risco está presente em quase todas as atividades agrícolas. Trabalhos recentes de ANDERSON (1 e 3) e DILLON (5) mostram a necessidade de considerar a variável risco nos experimentos e nas avaliações de resultados experimentais. O risco tende a atuar como impedimento na adoção de práticas melhoradas, por parte dos agricultores, os quais geralmente encaram as tecnologias derivadas de trabalhos experimentais, como as mais arriscadas. As principais fontes de risco são fenômenos climáticos, a incidência de pragas e moléstias e as variações nos preços.

Os trabalhos de análise de dados experimentais, em geral, têm tratado o risco de maneira insatisfatória, preocupando-se mais com a análise **ex-post** de resposta de experimentos. ANDERSON (1) enfatizou a necessidade de se incorporar o risco na análise **ex-post** de experimentos.

No tocante aos trabalhos experimentais, DILLON salienta o fato de que as pesquisas agrícolas têm dispensado pouca atenção analítica ao risco presente no ambiente agrícola. O alto nível de manejo imprimido às experiências e a abstração das variações interanuais, uma vez que a maioria dos trabalhos é analisada ou conduzida no ano, fazem com que as informações geradas sejam insuficientes para os agricultores.

Os agricultores, de forma intuitiva, procuram considerar o risco em suas decisões. Todos os anos fazem um julgamento subjetivo das possíveis variações que poderão ocorrer no clima, nos preços, na incidência de pragas ou moléstias, para depois decidirem a combinação de atividades que lhes trará a máxima utilidade<sup>1/</sup>. DILLON (5) argumenta que, ao fazerem esse julgamento, os agricultores

1/ Utilidade é a avaliação pessoal dos possíveis resultados. A utilidade, associada a qualquer perspectiva de risco, dá origem a uma função de utilidade, isto é, a função que expressa o valor relativo que o tomador de decisões atribui a diferentes montantes de perdas e ganhos.

concebem probabilidades pessoais ou subjetivas em relação a essas possíveis variações. O grau de convicção dos agricultores, associado a sua preferência por determinados resultados, forma a sua base de decisão.

O Município de Quixadá, região a que se refere este estudo, está localizado no Sertão Central do Ceará. A precipitação pluviométrica dessa região está em torno de 861mm anuais, com uma distribuição bastante irregular. A área do município é tipicamente semi-árida, caracterizando-se por apresentar elevado grau de risco. Os agricultores radicados nessa área decidem suas atividades influenciados pelas características da região, procurando manter suas práticas tradicionais numa tentativa de se protegerem do risco.

Este trabalho visa comparar metodologias de análise e avaliar melhores alternativas de nova tecnologia para a produção do feijão-de-corda (**Vigna sinensis endi**), considerando o lucro e o risco, no Município de Quixadá.

Especificamente, pretende-se:

- a) Estimar as funções de produção para cada ano do período analisado e obter dados de rendimento para cada uma das alternativas de tecnologia para a produção do feijão-de-corda analisadas;
- b) Estimar alguns momentos (média e variância) da receita líquida das alternativas de tecnologia analisadas;
- c) Empregar e comparar funções de utilidade e dominância estocástica como critérios de escolha que permitam incorporar o risco na análise dos resultados do uso de nova tecnologia para a produção do feijão de corda.

Neste estudo são utilizados os dados empregados por DUARTE (8) em seu trabalho de tese e outros fornecidos pelas seguintes fontes: Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará — EMATER-CE —, além de informações obtidas através de contatos com técnicos de órgãos vinculados à agricultura.

Serão feitas comparações da receita líquida esperada e sua variância entre as seguintes alternativas de tecnologia:

- a) Quatro (4) níveis diferentes de adubação, para a cultura do feijão-de-corda isolado, sendo cada nível de adubação considerado como uma alternativa de tecnologia;
- b) Cultura do feijão-de-corda isolada, sem adubação;
- c) Consórcio tradicional (milho + feijão-de-corda + algodão).

Como poucos conjuntos de observações são disponíveis (apenas seis anos), será empregado um método de aproximação desenvolvido por ANDERSON (1) para julgar a importância do risco numa situação de escassez de dados<sup>2/</sup>.

---

2/ A situação em que poucas observações são disponíveis é denominada situação de dados esparsos (ou escassos).

## **2. METODOLOGIA**

Para estudar o problema do risco na tomada de decisão em relação a nova tecnologia, serão empregadas técnicas da teoria da decisão que incorporam o risco. Como os dados utilizados são esparsos, será feita uma aproximação desses dados à verdadeira distribuição da receita líquida, através da função de distribuição cumulativa (1).

Para escolher as melhores alternativas de tecnologia serão empregados critérios de decisão, tais como funções de utilidade e dominância estocástica. É importante notar que as funções de utilidade foram incluídas em virtude de já terem sido estimadas, anteriormente, por DILLON e MESQUITA (6), para os agricultores do Sertão Central do Ceará.

### **2.1. Teoria da Decisão**

A teoria da decisão pode fornecer critérios de escolha e, desta forma, possibilita fazer recomendações aos agricultores. Ela compreende duas partes principais: as probabilidades, pessoais ou subjetivas, sobre a ocorrência de eventos incertos e a avaliação pessoal dos possíveis resultados (ou utilidade).

DILLON (5) enfatiza a importância das probabilidades subjetivas e argumenta que, na realidade, ao tomarem suas decisões, os cientistas baseiam-se no julgamento de probabilidades subjetivas e que existe dificuldade em aplicar o conceito de probabilidades objetivas (obtidas através de fórmulas matemáticas), em conjuntos finitos de observações.

O mesmo autor mostra, também, a importância das avaliações pessoais. Se nada pode ser presumido em relação às preferências pessoais, nada poderá ser feito para identificar decisões mais eficientes.

Reunindo-se as probabilidades subjetivas e as preferências pessoais, tem-se critérios de escolha (ou decisão). Neste estudo serão empregadas as funções de utilidade e dominância estocástica como critério de decisão.

### **2.2. Estimção de Média e da Variância da Receita Líquida das Alternativas de Tecnologia**

Os passos necessários para que sejam estimadas a média e a variância de receita líquida das alternativas de tecnologia são:

- a) Estimção dos dados de rendimentos de feijão (kg/ha);
- b) Emprego dos dados de rendimentos para derivar a receita líquida das alternativas de tecnologias estudadas;
- c) Emprego da metodologia para calcular os momentos.

#### **2.2.1. Dados de Rendimentos**

Com o objetivo de conseguir dados de rendimentos, para diferentes níveis de fósforo, foram estimadas funções de resposta baseadas em dados experimen-

tais fornecidos pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará<sup>3/</sup>. Inicialmente, incluíram-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio, ajustando-se uma função quadrática. Os resultados evidenciaram que o potássio e o nitrogênio não se mostraram significativos. Ajustou-se então uma função quadrática, considerando-se apenas o fósforo<sup>4/</sup>.

As funções estimadas foram:

1969: Y —	568,790 —	1,245P +	0,009P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,07$
	(49,21)	(2,09)	(1,16)	
1970: Y —	620,128 +	9,587P —	0,049P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,852$
	(28,05)	(1,19)	(0,009)	
1971: Y —	1.349,920 +	8,450P —	0,040P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,385$
	(17,73)	(2,61)	(-1,59)	
1972: Y —	984,319 +	2,585P —	0,016P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,06$
	(99,81)	(4,24)	(0,03)	
1973: Y —	626,778 +	14,062P —	0,064P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,826$
	(12,17)	(6,43)	(-3,68)	
1974: Y —	544,113 +	16,816P —	0,103P <sup>2</sup>	$\bar{R}^2 = 0,59$
	(77,23)	(3,28)	(0,026)	

Onde: Y é o rendimento do feijão (kg/ha) e

P é o fósforo

Os valores entre parênteses referem-se ao teste t (valor de  $t_{n-2}^{\alpha/2} = 2,79$ , nível de significância de 1%).

Essas funções serão utilizadas para se obterem dados de respostas (rendimentos) para diferentes níveis de fósforo.

Tendo por base as funções anuais estimadas, foi possível obter rendimentos para cinco alternativas de tecnologia estudadas. Para cada função estimada calcularam-se os rendimentos quando P assumia os seguintes níveis: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0 kg/ha; 30 kg/ha; 60 kg/ha; 90 kg/ha; 120 kg/ha.

Desta forma, encontraram-se os rendimentos para cada nível de P nos seis anos analisados. O nível zero (0) deu origem aos dados de rendimentos referentes à cultura do feijão-de-corda isolado, sem adubação (alternativa de tecnologia A ). Os demais níveis originaram os dados de rendimentos referentes às alternativas:

A<sub>2</sub>: 30 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha;

A<sub>3</sub>: 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;

A<sub>4</sub>: 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha;

A<sub>5</sub>: 120 ka de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

3/ Para obter detalhes sobre os dados utilizados neste trabalho deve ser consultada a tese de MOUTINHO(11).

4/ É importante salientar que ao se removerem do modelo as variáveis N e K, o coeficiente do fósforo não apresentou modificações concluindo-se, então, que a remoção não conduziu a erros de especificação do modelo.

**QUADRO 1: Rendimentos das alternativas de adubação originados das funções estimadas (em kg/ha)**

Anos	Alternativas de Tecnologia				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
1969	569	540	530	538	563
1970	612	855	1.009	1.076	1.054
1971	1.350	1.567	1.713	1.786	1.788
1972	984	1.047	1.082	1.087	1.064
1973	627	991	1.240	1.374	1.392
1974	544	956	1.182	1.223	1.079

A<sub>1</sub> = 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;

A<sub>2</sub> = 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;

A<sub>3</sub> = 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;

A<sub>4</sub> = 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;

A<sub>5</sub> = 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

Os dados de rendimentos dessas alternativas estão apresentados no quadro 1.

Os dados de rendimentos referentes à sexta alternativa de tecnologia, ou seja, o consórcio, foram obtidos na EMATER-CE e podem ser vistos no quadro 2.

**QUADRO 2 — Rendimento de consórcio (algodão mocó + milho + feijão). Município de Quixadá, Ceará, 1969-1973 (em kg/ha).**

Culturas	1969	1970	1971	1972	1973
Algodão(*)	291	219	368	273	281
Milho	600	360	720	660	600
Feijão	350	180	480	420	300

Fonte: EMATER-CE.

(\*) Médias de rendimentos de algodão, do 1.º ao 5.º ano, considerando que o algodão tenha a duração de 5 anos.

Os dados de rendimentos obtidos nessa etapa serão utilizados a seguir para calcular a receita líquida das alternativas estudadas.

### 2.2.2 Derivação da Receita Líquida das Alternativas de Tecnologia

A derivação da receita líquida das diferentes alternativas foi feita através do método da orçamentação, utilizando os dados de rendimentos obtidos na etapa anterior. O método consiste em deduzir, da renda bruta, todos os encargos para a obtenção do produto, da seguinte forma:  $RL = P_y \cdot Y - CT$ , onde: RL é a receita líquida;  $P_y$  é o preço do produto; Y é a quantidade do produto e CT é o custo total.

Os preços referem-se a 1976 (preços médios) e foram considerados como constantes, uma vez que não estão sendo analisadas, neste trabalho, as variações dos mesmos.

Os dados globais de receita líquida<sup>5/</sup> são apresentados no quadro 3.

### 2.2.3 Estimação dos Momentos

Para estimar a média e a variância da receita líquida das alternativas analisadas utilizou-se a função de distribuição cumulativa.

Como os dados empregados neste trabalho são esparsos, será empregada uma regra proposta por ANDERSON (1 e 4). É a regra de SCHLAIFER que diz:

“Se uma amostra de  $n$  observações é retirada de uma distribuição alinhada em ordem crescente, a observação de ordem  $k$  é uma medida razoável do fractil de ordem  $K/(n+1)$  da distribuição.”

**QUADRO 3: — Receita líquida das alternativas analisadas. 1969-1974 (em Cr\$/ha).**

Anos	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	Consórcio
1969	971,00	440,00	267,00	176,00	163,00	2.286,00
1970	1.167,00	1.883,00	2.461,00	2.640,00	2.413,00	991,00
1971	4.548,00	5.144,00	5.685,00	5.892,00	5.774,00	3.301,00
1972	2.872,00	2.762,00	2.795,00	2.690,00	2.458,00	2.618,00
1973	1.237,00	2.506,00	3.519,00	4.005,00	3.690,00	2.025,00
1974	856,00	2.345,00	3.253,00	3.313,00	2.527,00	—

5/ Maiores detalhes podem ser vistos na tese de MOUTINHO(11).

Estimando-se um número suficiente de fractis através da regra de SCHLAIFER, segundo DILLON (5) 7 fractis são suficientes e, representando-os num gráfico, pode-se então desenhar a mão de uma curva de distribuição de frequência que passe pelos fractis estimados ou próximos a eles (figura 1). Essa curva é uma função de distribuição cumulativa (FDC), que pode ser definida como a função que dá a probabilidade de que a variável aleatória X é menor ou igual a um valor específico  $X^*$  :  $P (X \leq X^*)$

A média e a variância da distribuição dos lucros (receita líquida) de cada alternativa de tecnologia podem ser derivadas diretamente dos pontos da FDC, utilizando-se, para isso, das fórmulas de PEARSON e TUKEY, propostas por DILLON (5). Essas fórmulas são:

$$E(X) \approx 0,5 + (0,185) ( 0,95 + 0,05 - 2 \quad 0,5)$$

$$V(X) \approx (0,95 - 0,05) / 3,25^2$$

Os valores 0,5, 0,95 e 0,05 são lidos diretamente na FDC (figura 1); 0,185 e 3,25 são valores constantes.

Os valores de E(L) e V(L) das diferentes alternativas estão apresentadas no quadro 4.

**QUADRO 4 — Média e variância da receita líquida das alternativas estudadas, obtidas pela função de distribuição cumulativa.**

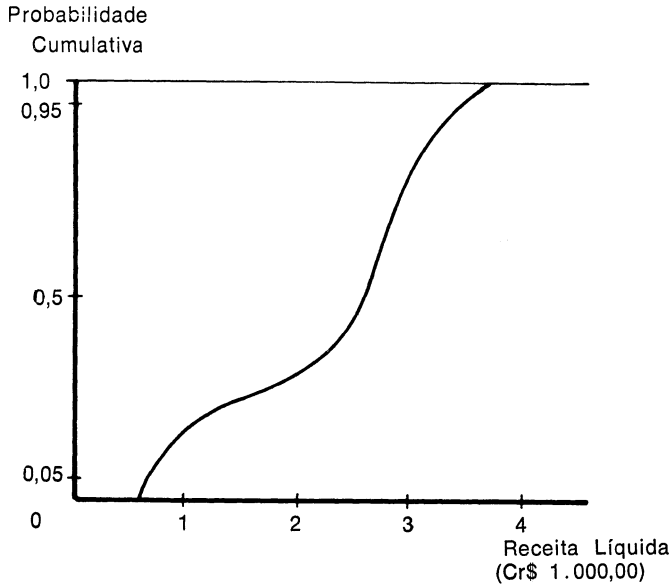
Alternativas	E(L)	V(L)
A <sub>1</sub>	2.007,00	1.514.793,00
A <sub>2</sub>	2.557,00	2.290.799,00
A <sub>3</sub>	3.322,00	5.642.452,00
A <sub>4</sub>	3.445,00	5.962.613,00
A <sub>5</sub>	2.982,00	5.792.538,00
C	2.205,00	796.213,00

### 2.3.1 Funções de Utilidade

A função de utilidade de um tomador de decisão (no caso, o agricultor), mostra de que maneira ele valoriza os diferentes montantes de perdas e ganhos. Os tipos de funções de utilidade são:

a) Função de utilidade linear: neste tipo de função o agricultor é indiferente ao





**FIGURA 1 — Ilustração gráfica da função de distribuição cumulativa (FDC), da alternativa consórcio**

risco: só está interessado em maximizar o lucro. Como o risco aqui está definido como sendo a variância da renda líquida esperada (do lucro esperado), nesse tipo de função não se considera a variância;

- b) Função de utilidade não linear: incorpora o risco através da variância do lucro. Quanto maior o lucro que o tomador de decisão espera obter, maior o risco que está disposto a enfrentar;
- c) Lexicografia: o agricultor pensa, inicialmente, em obter uma renda mínima de subsistência, para depois pensar em maximizar lucros ou minimizar custos.

DILLON e SCANDIZZO (7) estimaram funções de utilidade para pequenos agricultores do Nordeste. LIN (9) mostra o uso de funções de utilidade no processo de decisão dos agricultores.

Neste estudo são empregadas a função de utilidade linear e uma função de utilidade não linear, mais especificamente quadrática, proposta por DILLON e MESQUITA (6) e DILLON e SCANDIZZO (7) para agricultores desta mesma região. A forma desta função é:  $U = E(L) + \phi V(L)^{1/2}$ , onde o coeficiente  $\phi$ . Se  $\phi$  é negativo o agricultor é averso ao risco; se é indiferente,  $\phi$  é igual a zero e, se o coeficiente  $\phi$  é positivo, o agricultor tem preferência por assumir o risco.

É importante acrescentar que os pontos a que se referem o fractil  $f_0$  (que é o menor valor que a variável pode assumir) e o fractil  $f_1$  (que é o valor máximo assumido por esta mesma variável), são fornecidos, geralmente, por especialistas no assunto. A curva FDC é normalmente obtida através de estimação subjetiva.

### 2.3.2 Dominância Estocástica

É um instrumento metodológico que permite identificar alternativas mais eficientes através de comparações entre as mesmas. Sua vantagem sobre outros processos de avaliação reside em suas pressuposições simples e gerais sobre a forma algébrica da função de utilidade do tomador de decisão (no caso, o agricultor).

A dominância estocástica varia em graus sendo que, até o terceiro grau, existem pressuposições em relação às preferências do produtor.

As alternativas podem ser ações, planos, ou tecnologias e são representadas por uma única variável que pode assumir valores discretos ou contínuos. Neste estudo a variável  $x$  é definida como receita líquida (lucro) e as preferências do tomador de decisão, em relação a  $x$ , são transformadas numa função de utilidade  $U(x)$ .

Os critérios de dominância estocástica foram apresentados por ANDERSON (3), primeiramente para variáveis contínuas e, em seguida, para variáveis discretas. Como neste estudo considerou-se a variável  $x$  (receita líquida) como variável discreta, serão apresentados apenas os procedimentos de dominância estocástica para a variável discreta<sup>6/</sup>.

#### a) Dominância Estocástica de Primeiro Grau (FSD)

Para aplicar a dominância estocástica de primeiro grau, para comparar as alternativas, presume-se somente que os tomadores de decisão preferem mais lucros e menos lucros.

É necessário conhecer as funções de probabilidade de cada alternativa analisada, por exemplo  $f(x_i)$  seria a função de probabilidade de uma determinada alternativa  $F$  e  $g(x_i)$  seria a função de probabilidade da alternativa  $G$ .

Uma vez definidas as funções de probabilidade elas são convertidas em funções de distribuição cumulativa. Feito isso, para todas as alternativas de tecnologia, pode-se então compará-las para se verificar qual delas oferece mais lucros.

Conhecendo-se as funções de probabilidade pode-se aplicar as regras de dominância estocástica de primeiro grau, utilizando-se a fórmula:

$$F_1(xr) = \sum_{i=1}^n f(x_i) \quad r = 1, \dots, n$$
$$G_1(xr) = \sum_{i=1}^n g(x_i) \quad r = 1, \dots, n$$

<sup>6/</sup> Detalhes sobre os critérios da dominância estocástica, aplicados a variáveis discretas e contínuas, podem ser vistos em MOUTINHO(11).

Sendo  $F_1(xr)$  e  $G_1(xr)$  funções de distribuição cumulativa (FDC) e  $f(x_i)$  e  $g(x_i)$  funções de probabilidade.

Para a alternativa F dominar a alternativa G, pelo FSD, é necessário que  $F_1(xr) \leq G_1(xr)$  com exata desigualdade para, no mínimo, um valor de r. A figura 2 mostra a representação gráfica do primeiro grau de dominância estocástica.

Muitas vezes ocorrem situações, como a que é apresentada na figura 2, em que não se pode identificar a alternativa mais eficiente pelo FSD; emprega-se então a dominância estocástica de segundo grau.

b) Dominância Estocástica de Segundo Grau (SSD).

Com relação às preferências do tomador de decisão, o segundo caso incorpora a pressuposição de que todo agricultor é avesso ao risco.

As funções de distribuição cumulativa são multiplicadas pelos acréscimos da variável x e depois são comparadas para se verificar qual delas proporciona mais lucros.

Para obter a dominância estocástica de segundo grau emprega-se a fórmula:

$$F_2(xr) = \sum_{i=2}^n F_1(x_i - 1) \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

$$G_2(xr) = \sum_{i=2}^n G_1(x_i - 1) \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

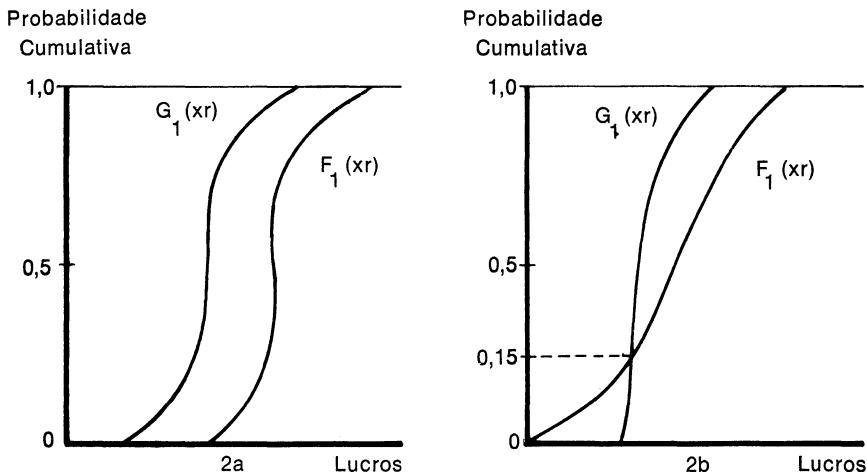
Onde:  $x_i = x_i - (x_i - 1)$ ;  $F_2(xr)$  e  $G_2(xr)$  são funções cumulativas para a dominância estocástica de segundo grau.

A alternativa  $F_2$  domina a alternativa G, se  $F_2(xr) \leq G_2(xr)$ . Temos que, se  $F_2$  oferece mais lucros que  $G_2$ , para qualquer nível de SSD cumulativa, então a alternativa F é dominante e a alternativa G é dominada (figura 3).

Muitas vezes não é possível separar, pelo SSD, as alternativas dominantes das alternativas dominadas, como, por exemplo, na figura 3a. Desse modo não é possível identificar a alternativa mais eficiente (aquela que oferece mais lucros). Quando isso ocorre utiliza-se a dominância estocástica de terceiro grau.

c) Dominância Estocástica de Terceiro Grau (TSD)

Neste caso, a pressuposição para a preferência do tomador de decisão, é de que a aversão pelo risco diminui na medida que a riqueza aumenta.



**FIGURA 2 — Ilustração de dominância estocástica de primeiro grau.**

As funções SSD cumulativas e os acréscimos da variável  $x$  são empregados na fórmula que permite encontrar a dominância estocástica de terceiro grau. A fórmula é a seguinte:

$$F_3(xr) = \frac{1}{2} \sum_{i=2}^n |F_2(x_i) + F_2(x_i - 1)| \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

$$G_3(xr) = \frac{1}{2} \sum_{i=2}^n |G_2(x_i) + G_2(x_i - 1)| \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

Onde:  $F_3(xr)$  e  $G_3(xr)$  são funções cumulativas para a dominância estocástica de terceiro grau.  $F_2(x_i)$  e  $G_2(x_i)$  são as SSD cumulativas.

A alternativa  $F$  domina a alternativa  $G$  pela dominância estocástica de terceiro grau se:  $F_3(xr) \leq G_3(xr)$  com exata desigualdade, para no mínimo um valor de  $r$ . Na figura 4 tem-se a representação gráfica da dominância estocástica de terceiro grau, onde  $F$  é uma alternativa mais eficiente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Dominância Estocástica

- Os resultados gerais obtidos com o emprego desse critério de escolha foram:
- Não foi possível separar nenhuma das alternativas estudadas através dos critérios de dominância estocástica de primeiro grau (figura 5);
- Utilizando-se a dominância estocástica de segundo grau também não foi possível eliminar nenhuma alternativa (figura 6);
- Empregando-se a dominância estocástica de terceiro grau foi possível eliminar a alternativa  $A_1$  (feijão de corda isolado sem adubação); como pode ser visto na figura 7, essa alternativa situou-se   esquerda das demais não apresentando

nenhum cruzamento. As demais alternativas são consideradas eficientes pelo TSD, pois ainda se interceptam em baixos valores de receita líquida.

Com a utilização dos critérios de dominância estocástica não foi possível identificar que alternativas seriam mais eficientes, pode-se apenas dizer que as alternativas  $A_4$  e  $A_3$  poderiam ser mais eficientes para valores de receita líquida acima de Cr\$ 3.263,00, e alternativa C poderia ser mais eficiente para valores de receita líquida inferiores a esta quantia.

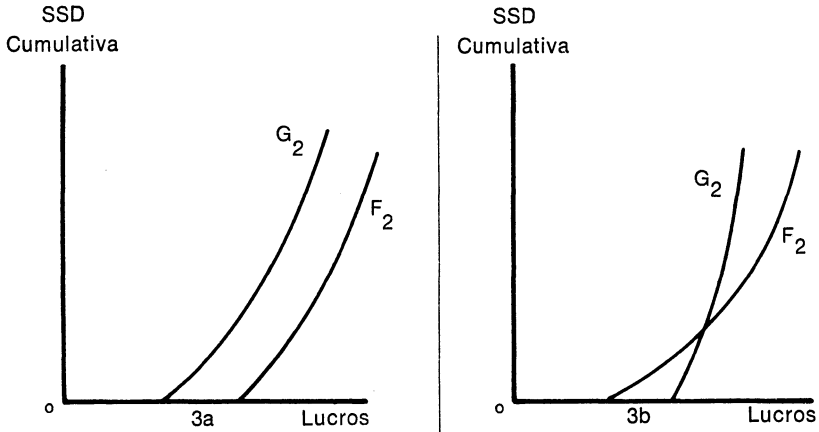


FIGURA 3 — Ilustração de dominância estocástica de segundo grau

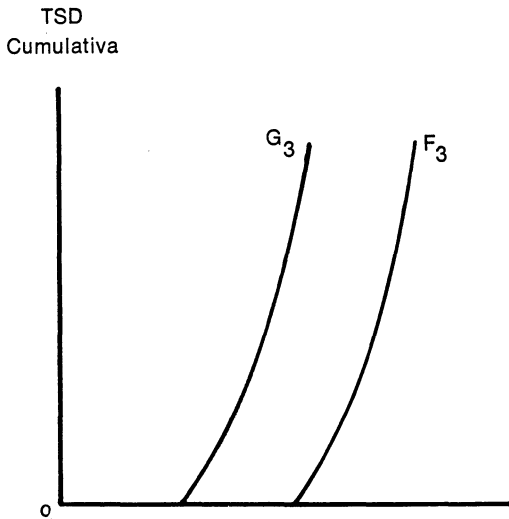


Figura 4 — Ilustração de dominância estocástica de terceiro grau

**QUADRO 5 — Média e variância das alternativas analisadas (em Cr\$/ha)**

Alternativas	E(L)	V(L)	V(L) <sup>1/2</sup>
A <sub>1</sub>	2.007,00	1.514.793,00	1.231,00
A <sub>2</sub>	2.557,00	2.290.799,00	1.514,00
A <sub>3</sub>	3.322,00	5.642.452,00	2.375,00
A <sub>4</sub>	3.445,00	5.962.613,00	2.442,00
A <sub>5</sub>	2.982,00	5.792.538,00	2.407,00
C	2.205,00	796.213,00	892,00

### 3.2 Funções de Utilidade

#### 3.2.1 Função de Utilidade Linear

Como nesse tipo de função de utilidade os agricultores se interessam apenas pela maximização da receita líquida, a alternativa A<sub>4</sub> é a preferida, porque apresenta a maior receita líquida esperada (Cr\$ 3.445,00), como pode ser visto no quadro 5.

#### 3.2.2 Função de Utilidade Quadrática

O emprego da função de utilidade proposta por DILLON e MESQUITA permitiu alcançar os resultados apresentados no quadro 6, onde aparecem os valores de utilidade, decorrentes de algumas variações do coeficiente  $\phi$ , estimadas por esses autores.

**QUADRO 6 — Valores de utilidade, decorrentes da variação do coeficiente de risco**

$\phi = -0,5$ (pouca aversão)	$\phi = -1$ (aversão média)	$\phi = -1,5$ (extrema aversão)
U A <sub>1</sub> = 1.391	U A <sub>1</sub> = 776	U A <sub>1</sub> = 160
U A <sub>2</sub> = 1.800	U A <sub>2</sub> = 1.043	U A <sub>2</sub> = 286
U A <sub>3</sub> = 2.134	U A <sub>3</sub> = 947	U A <sub>3</sub> = -240
U A <sub>4</sub> = 2.224	U A <sub>4</sub> = 1.003	U A <sub>4</sub> = -218
U A <sub>5</sub> = 1.778	U A <sub>5</sub> = 575	U A <sub>5</sub> = -628
U C = 1.759	U C = 1.313	U C = 867

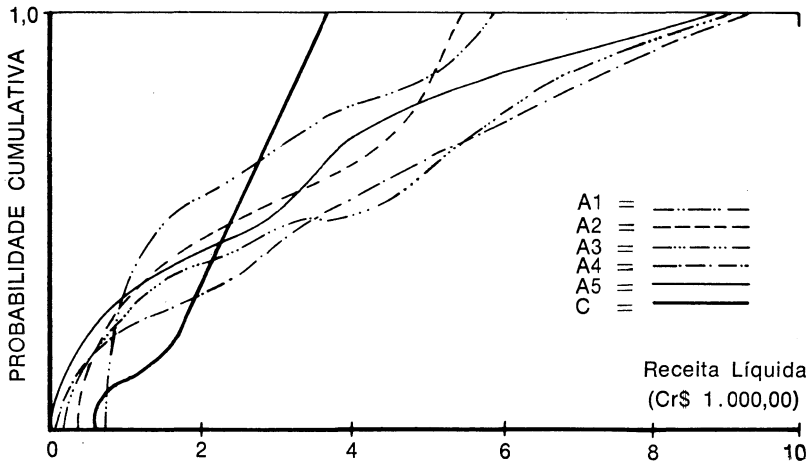


FIGURA 5 — FSD para receita líquida das alternativas analisadas

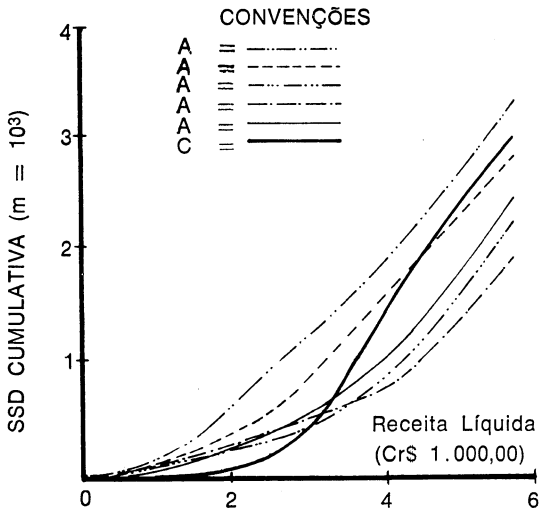
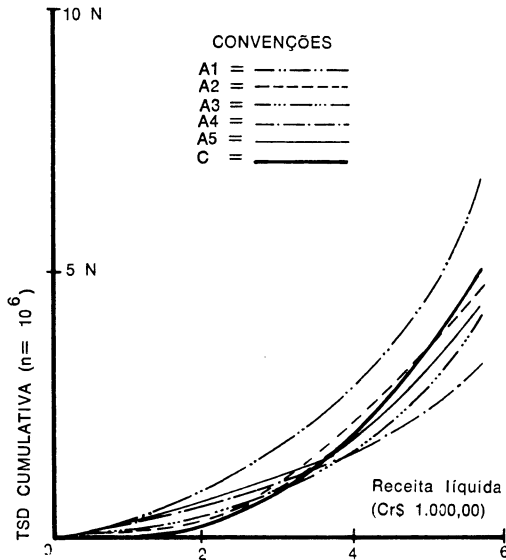


FIGURA 6 — SSD da receita líquida das alternativas



**FIGURA 7 — TSD para receita líquida das alternativas analisadas**

Como exemplo, no quadro 6 U A<sub>2</sub> representa a utilidade da alternativa A<sub>2</sub>. Para valores de  $\Phi > 0$  (ou seja, preferência por assumir risco), a alternativa preferida é A<sub>4</sub> (90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha);

Os resultados apresentados no quadro 6 mostram que:

- Quando  $\Phi = -0,5$  (agricultores com pouca aversão ao risco), a alternativa preferida é A<sub>4</sub> (90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha);
- Para valores de  $\Phi = -1$  (aversão média) e  $\Phi = -1,5$  (extrema aversão) a alternativa C (Consórcio) oferece os melhores resultados.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que os agricultores são geralmente mais influenciados, em suas decisões, por aspectos das distribuições dos lucros que consideram sua variabilidade, do que aqueles que levam em conta apenas os níveis médios desses lucros. Em virtude disso duas observações devem ser considerada: a) pesquisa, extensão e nova tecnologia serão mais efetivas e terão mais êxito se for considerada a variável de risco; b) o emprego da teoria da decisão através das funções de utilidade, permite escolher alternativas menos arriscadas, porém é quase impossível estimar as preferências individuais (funções de utilidade), de todos os agricultores.

Outra forma de incorporar risco é empregar os critérios da dominância estocástica, pois seus princípios permitem comparações entre alternativas de tecnologia fazendo suposições gerais sobre as atitudes dos agricultores diante do risco.



Com o emprego das funções de utilidade como critério de escolha, os resultados mostraram que as alternativas melhores seriam C (Consórcio) e  $A_4$  (90 kg de  $P_2O_5$  / ha). Os agricultores que preferem assumir risco e os que são indiferentes, escolheram a alternativa  $A_4$ . Quando se considera os agricultores aversos ao risco e os de extrema aversão, verifica-se que esses dois grupos sempre preferiram o consórcio. Esses resultados estão consistentes com os dados obtidos por DILLON e SCANDIZZO (7), que encontraram um grupo de agricultores (aproximadamente 23%) com extrema aversão ao risco, não importando se a subsistência estaria ou não assegurada.

O uso da dominância estocástica como critério de escolha, não permitiu identificar a alternativa mais eficiente, pois, até mesmo para o TSD, as alternativas analisadas permaneceram, com exceção da alternativa  $A_1$  que foi eliminada (figuras 5, 6 e 7). Foi possível apenas identificar um conjunto de alternativas eficientes.

Uma justificativa para isso pode ser dada por ANDERSON (3), que argumenta que há um preço a pagar quando se generaliza, sem restrições, um critério de escolha. Na dominância estocástica esse preço significa a ênfase colocada nas extremidades das distribuições comparadas. Frequentemente, quando se fala em risco, na agricultura, é com o objetivo de se referir às extremidades inferiores das distribuições de produção, preços, lucros ou consumo de subsistência que têm sido encontradas. Dessa maneira parece apropriado focalizar atenção nessas extremidades.

Outra justificativa pode também ser dada por ANDERSON (2), que mostra que os procedimentos da dominância estocástica, conduzem a identificação de alternativas de "eficiência-risco" em contraste com alternativas de "ótimo-risco", que dependem de preferências individuais.

O fato de que dominância estocástica no presente estudo, não possibilitou identificar a melhor alternativa, não significa que a técnica não seja útil nem que a mesma não deva ser aplicada. As alternativas analisadas foram poucas e apresentaram pouca variação nos resultados, não permitindo identificar a alternativa mais eficiente, mostrando apenas um conjunto de alternativas de eficiência-risco, fazendo apenas pressuposições gerais sobre as preferências dos agricultores. A principal vantagem do método, é permitir comparações entre alternativas sem conhecer a função de utilidade específica de cada agricultor além disso há poucos lugares no mundo onde se tem essas funções já estimadas.

## LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, J. R. — "Sparse Data, Climatic Variability and Yield Uncertainty in Response Analysis", *American Journal of Agricultural Economics*, 55(1). Feb. 1973, 77-82.
2. ANDERSON, J. R. — "Sparse Data, Estimational Reliability, and Risk — Efficient Decisions", *American Journal of Agricultural Economics*, 56(3). August 1974, 564-572.

3. ANDERSON, J. R. — "Risk Efficiency in the Interpretation of Agricultural Production Research", **Review of Marketing and Agricultural Economics**, September — 1974, 131-184.
4. ANDERSON, J. R.; DILLON, J. L. and Hardaker, J. B. — **Decision Analysis in Agricultural Management**, a ser publicado por Iowa State University Press in 1977.
5. DILLON, J. L. — "Agricultura, Pesquisa e Probabilidade", Palestra Pronunciada sob os auspícios do IICA, no "Seminário sobre Sistemas" da EMBRAPA. Brasília em 5 de junho de 1975 e no Departamento de Economia Rural, UFV, Viçosa. Junho — 1975.
6. DILLON, J. L. e MESQUITA, T. C. — "Atitudes dos Pequenos Agricultores do Sertão do Ceará Diante do Risco." Série Pesquisa n.º 12. Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC. Fortaleza — CE. 1976.
6. DILLON, J. L. e MESQUITA, T. C. — "Atitudes dos Pequenos Agricultores do Sertão do tinos em Relação ao Risco" — Abordagem Amostral. Série Pesquisa n.º 17, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC — Fortaleza — CE — novembro, 1976.
8. DUARTE, P. A. — Análise Econômica da Cultura Pura e Consorciada do Feijoeiro sob Condições de Risco." Tese de M. S., Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias. Fortaleza — CE. 1975.
9. LIN, W., DEAN, G. W. and MOORE, C. V. — "An Empirical Test of Utility vs. Profit Maximization in Agricultural Production", **American Journal of Agricultural Economics**, 56(3). Aug. 1974, 497-508.
10. MESQUITA, T. C. e DILLON, J. L. — "Alguns Aspectos das Atitudes dos Pequenos Agricultores do Sertão Central do Ceará Diante do Risco." Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC. Fortaleza — CE. 1975. 21 páginas (mimeografado).
11. MOUTINHO, Diva Aparecida — "Escolha de Nova Tecnologia sob Condições de Risco: O caso do Feijão de Corda em Quixadá." Tese de M. S., Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC. Fortaleza-CE — Fevereiro 1977.