

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

**ESCOLHA DE NOVA TECNOLOGIA SOB CONDIÇÕES DE RISCO:
O CASO DO FEIJÃO DE CORDA EM QUIXADÁ**

DIVA APARECIDA MOUTÍNHO

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre

ESCOLHA DE NOVA TECNOLOGIA SOB CONDIÇÕES DE RISCO:
O CASO DO FELJÃO DE CORDA EM QUIXADÁ.

Diva Aparecida Moutinho

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Fortaleza-Ceará
FEVEREIRO de 1977

Professor Orientador: - John Houston Sanders Jr.

Professores Conselheiros: - Michael T. Weber
- José Braga Paiva

Comissão Examinadora: - Michael T. Weber
- Roberto Cláudio de Almeida Carvalho
- Pedro Sisnando Leite
- José Braga Paiva
- Izairton Martins do Carmo

Visto:

Profº Izairton Martins do Carmo
Chefe do Deptº de Economia Agrícola

Profº Roberto Cláudio de Almeida Carvalho
Coordenador do Curso de
Pós-Graduação em Economia Rural

A meus pais,
pela coragem e imensos sacrifícios, com amor.

A meus irmãos e a Marilio,
que me estimularam na procura por um ideal maior,
com carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, apresentamos os mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para sua realização:

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, instituição de origem, pela ajuda financeira.

Universidade Federal do Ceará - UFC.

Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, seus professores e funcionários.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará - EMATER-CE.

Companhia Cearense de Desenvolvimento Agropecuário - CODAGRO.

Nosso agradecimento especial ao professor JOHN HOUSTON SANDERS JR., pelo apoio, estímulo e incansável orientação e, ao professor MICHAEL T. WEBER pela continuidade de orientação nesta pesquisa, por suas críticas e sugestões.

Professores PEDRO SISNANDO LEITE, JOSÉ BRAGA PAIVA, IZAIRTON MARTINS DO CARMO e ROBERTO CLÁUDIO DE ALMEIDA CARVALHO, pelas sugestões e críticas, e pela presença na banca de defesa de tese.

Agradecemos também ao professor JOSÉ FERREIRA ALVES do Departamento de Fitotecnia da UFCE., pelas prestimosas informações.

Aos colegas VIRGULINO DE SÁ e JOSÉ DE MELLO AZÊVEDO pela compreensão e amizade.

À senhorita CELINA LEÃO PRADO pelo atendimento amigável, nosso reconhecimento.

Ao senhor GENIVAL NOGUEIRA DE SOUSA pelos serviços de datilografia.

A todos enfim, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o sincero agradecimento

do autor

C O N T E Ú D O

	<u>Página</u>
LISTA DOS QUADROS	
LISTA DAS FIGURAS	
QUADROS DOS APÊNDICES	
 CAPÍTULO	
I. - INTRODUÇÃO	1
1.1. - <u>O Problema e sua Importância</u>	1
1.2. - <u>Objetivos</u>	4
1.2.1. - <u>Objetivo Geral</u>	4
1.2.2. - <u>Objetivos Específicos</u>	5
1.3. - <u>Área de Estudo</u>	5
1.4. - <u>Definição das Tecnologias</u>	6
1.5. - <u>Fonte de Dados</u>	7
1.6. - <u>Plano de Estudo</u>	8
II.- ENFOQUE CONCEITUAL E METODOLÓGICO SOBRE RISCO	9
2.1. - <u>Teoria da Decisão</u>	10
2.1.1. - <u>Funções de Utilidade</u>	11
2.1.2. - <u>Distribuição de Probabilidade de Eventos Incert</u> <u>tos</u>	12
2.2. - <u>Metodologia Geral</u>	13
III.- ESTIMAÇÃO DA MÉDIA E VARIÂNCIA DA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIA	15
3.1. - <u>Dados de Rendimentos</u>	15
3.2. - <u>Derivação da Receita Líquida das Alternativas de Tecnologia</u>	20
3.3. - <u>Estimação da Média e Variância da Receita Líquida</u>	21
3.3.1. - <u>Estimação Através das Fórmulas Tradicionais para se Calcular a Média (Valor Esperado) e Variância</u>	23
3.3.2. - <u>Estimação dos Momentos Através da Função de Distribuição Cumulativa (FDC).</u>	23

CAPÍTULO	<u>Página</u>
3.3.3. - Comparação de Resultados	27
IV. - APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE ESCOLHA	30
4.1. - <u>Funções de Utilidade</u>	30
4.1.1. - Função de Utilidade Linear	31
4.1.2. - Função de Utilidade Quadrática	31
4.2. - <u>Escolha das Melhores Alternativas Através da Dominância Estocástica</u>	32
4.2.1. - Passos Necessários à Aplicação da Dominância Estocástica	39
4.3. - <u>Resultados e Discussão</u>	42
4.3.1. - Dominância Estocástica	42
4.3.2. - Funções de Utilidade	46
V. - ANÁLISE DO IMPACTO DE DUAS POLÍTICAS AGRÍCOLAS	49
5.1. - <u>Política de Subsídios</u>	50
5.1.1. - Estimação dos Momentos	51
5.1.2. - Aplicação dos Critérios de Escolha	54
5.1.3. - Discussão de Resultados	55
5.2. - <u>Política de Seguro Agrícola</u>	58
5.2.1. - Estimação dos Momentos	58
5.2.2. - Aplicação dos Critérios de Escolha	61
5.2.3. - Discussão de Resultados	62
5.3. - <u>Comparação de Resultados</u>	65
VI. - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	67
6.1. - <u>Conclusões</u>	67
6.2. - <u>Sugestões</u>	74
VII. - RESUMO	76
BIBLIOGRAFIA	79

Página

APÊNDICE A	82
APÊNDICE B	88
APÊNDICE C	98
APÊNDICE D	109
APÊNDICE E	116

LISTA DOS QUADROS

QUADRO		<u>Página</u>
01	Rendimentos das Alternativas de Adubação Originados das Funções Estimadas, em kg/ha.	19
02	Rendimentos do Consórcio Algodão Mocô + Milho + Feijão. 1969 - 1973. Município de Quixadá-Ceará (kg/ha).	20
03	Receita Líquida das Alternativas Analisadas, para o Período 1969 - 1974, em Cr\$/ha.	22
04	Média e Variância da Receita Líquida das Alternativas Estudadas, Obtidas por dois Métodos Diferentes.	28
05	Aplicação dos Critérios de Dominância Estocástica. Exemplo Ilustrativo para Variável Discreta.	41
06	Média e Variância da Receita Líquida das Alternativas Analisadas, em Cr\$/ha.	46
07	Valores de Utilidade, Decorrentes da Variação do Coeficiente de Risco ϕ	
08	Receita Líquida para o Feijão de Corda Adubado Considerando Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.	52
09	Receita Líquida para o Feijão de Corda Adubado Considerando Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.	52
10	Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Feijão de Corda Adubado, Considerando o Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.	53
11	Estimativas da Média e Variância, Considerando o Subsídio de 40% ao Custo do Adubo, em Cr\$/ha.	53
12	Média e Variância das Alternativas Analisadas Considerando a Introdução da Política de Subsídios.	54
13	Diferentes Valores de Utilidade Decorrente da Variação do Coeficiente de Risco ϕ	54
14	Receita Líquida do Feijão Isolado com Adubação, Considerando Política de Seguro Agrícola.	59
15	Receita Líquida do Feijão de Corda Isolado com Adubação Considerando Política de Seguro Agrícola.	60

QUADRO

Página

16	Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Feijão Isolado com Adubação, Considerando Política de Seguro Agrícola Simulada.	60
17	Estimativas da Média e Variância, Considerando uma Política de Seguro Agrícola, em Cr\$/ha.	61
18	Média e Variância das Alternativas Analisadas com a Introdução de uma Política de Seguro Agrícola, em Cr\$/ha.	61
19	Diferentes Valores de Utilidade Decorrente da Variação do Coeficiente de Risco ϕ	62
20	Resumo dos Resultados Obtidos com Aplicação dos Critérios de Escolha.	71
21	Graus de Eficiência Estocástica de Combinações Especificadas de N-P.	72

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA		<u>Página</u>
1	Ilustração Gráfica da Função de Distribuição Cumulativa (FDC), da Alternativa Consórcio.	26
2	Ilustração Gráfica de uma Função de Probabilidade. ...	33
3	Ilustração de Dominância Estocástica de Primeiro Grau..	35
4	Ilustração de Dominância Estocástica de Segundo Grau...	37
5	Ilustração de Dominância Estocástica de Terceiro Grau.	39
6	FSD para Receita Líquida das Alternativas Analisadas...	43
7	SSD para Receita Líquida das Alternativas Analisadas...	44
8	TSD para Receita Líquida das Alternativas Analisadas...	45
9a	FSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Subsidio.	56
9b	SSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Subsidio.	57
9c	TSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Subsidio.	57
10a	FSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Seguros.	63
10b	SSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Seguros.	64
10c	TSD para Receita Líquida das Alternativas Incluindo Seguros.	64
D-1	Ilustração de Dominância Estocástica de Segundo Grau...	114

QUADROS DOS APÊNDICES

QUADRO		<u>Página</u>
A - 1	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1969.	82
A - 2	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1970.	83
A - 3	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1971.	84
A - 4	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1972.	85
A - 5	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1973.	86
A - 6	Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1974.	87
B - 1	Custos do Consórcio Algodão + Milho + Feijão, empregando-se os Coeficientes Técnicos. Município de Quixadá - Estado do Ceará.	88
B - 2	Custos da Cultura Pura do Feijão Sem Adubação. Município de Quixadá - Estado do Ceará.	94
B - 3	Custos da Cultura Pura do Feijão com Adubação. Município de Quixadá - Estado do Ceará.	96
C - 1	Rendimentos do Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969-1973. Município de Quixadá-Ceará.	98
C - 2	Limites Mínimos e Máximos de Rendimentos para o Consórcio Algodão + Milho + Feijão. Município de Quixadá - Ceará.	98

QUADRO	xii. <u>Página</u>
C - 3	Receita Líquida do Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969-1973. Município de Quixadá-Ceará. 99
C - 4	Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969-1973. Município de Quixadá-Ceará. 101
C - 5	Rendimentos do Feijoeiro Isolado sem Adubação - Variedade Pitiuba. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. . 102
C - 6	Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado sem Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 103
C - 7	Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado sem Adubação. Município de Quixadá-Ceará. 103
C - 8	Rendimentos de Feijoeiro Isolado com Adubação - Variedade Pitiuba. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. . 104
C - 9	Rendimentos do Feijoeiro Isolado com Adubação - Variedade Pitiuba. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. . 104
C - 10	Limites Mínimos e Máximos de Rendimentos para a Cultura do Feijoeiro Isolado, com Adubação. Município de Quixadá-Ceará. 105
C - 11	Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 106
C - 12	Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 106
C - 13	Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 107
C - 14	Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 107
C - 15	Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 108
C - 16	Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado com Adubação. 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará. 108

QUADRO

Página

D-1	Resultados de Análise de Dominância Estocástica para as Alternativas para Produção de Feijão	111
D-2	Dominância Estocástica para as Alternativas que foram Analisadas pela Política de Subsídio	112
D-3	Dominância Estocástica para as Alternativas que foram Analisadas pela Política de Seguros	112
E-1	Níveis Ótimos de Adubação Fosfatada para o Feijão de Corda, Rendimento e Receita Líquida Provenientes Desses Níveis	118

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Pretende-se nesse trabalho estudar o problema da tomada de decisão em nova tecnologia para produção de feijão de corda (Vigna sinensis Endl), na região do Sertão Central do Ceará. O motivo principal da formulação desse estudo consiste na necessidade de avaliar alternativas de tecnologia, considerando não só o lucro, como também o risco de se obter esse lucro, de modo a fornecer aos agricultores subsídios que os auxiliem na tomada de decisão. Será empregada a análise de resultados empíricos com incorporação de risco, objetivando fornecer informações mais realistas aos tomadores de decisão.

1.1. - O Problema e sua Importância

Risco é característica frequente da agricultura. Está presente em quase todas as atividades agrícolas e sua importância tem sido destacada na adoção de nova tecnologia pelos agricultores. Dentre os principais fatores responsáveis pelo risco temos: fenômenos climáticos, a incidência de pragas e moléstias, e a variação nos preços.

Todos os anos os agricultores fazem um julgamento subjetivo de qual combinação de atividades maximizará sua função de utilidade, isto é, a função que expressa o valor relativo que ele atribui a diferentes montantes de perdas e ganhos. De maneira intuitiva o agricultor pensa em todos os estados da natureza que podem ocorrer, isto é, nas variações nos preços, e/ou no clima, e/ou nos níveis de incidência de pragas ou moléstias. Ele pensa também nos resultados que cada combinação entre as atividades e os estados da natureza pode oferecer.

O agricultor não só necessita como é forçado a tomar decisões baseado em suas previsões e experiências anteriores.

Antes que os fatos aconteçam, o agricultor deve prever seus resultados e decidir qual a atividade que deverá ser executada. Este tipo de decisão é chamada decisão "ex ante". O seguinte exemplo pode ser considerado:

Supondo que o rendimento da cultura do feijoeiro esteja somente em função da aplicação do adubo e da quantidade de água. O agricultor vai estar diante das alternativas:

- (a) se ele adubar a cultura e tiver uma quantidade de chuva suficiente, ele terá um excelente rendimento,
- (b) se não adubar e ocorrer uma quantidade de chuva suficiente, ele terá um lucro regular,
- (c) e se adubar e não chover provavelmente, terá prejuízo.

O agricultor depara então com um problema de decisão que é adubar ou não. Ele pode baseado em suas experiências anteriores e na intuição, ter suas opiniões a respeito das condições de chuva que irão prevalecer, mas não sabe com certeza o que irá ocorrer. No entanto ele precisa decidir se aduba ou não, uma vez que o emprego de adubo deve ser feito na época adequada, de acordo com as recomendações dos técnicos. O agricultor não poderá ficar esperando conhecer as condições de chuva, e os preços que prevalecerão no período de desenvolvimento da cultura para depois decidir, sua decisão deve ser "ex ante".

Se as decisões pudessem ser tomadas depois que os fatos ocorressem, e o agricultor tivesse conhecimento de qual a situação que iria prevalecer, a decisão seria uma decisão "ex post". Consideremos o seguinte exemplo:

Em certas regiões do país, os "Mosquitos" (Gargaphia torresi e Gargaphia lunulata) ocasionam danos bastante acentuados nas folhas de diversas variedades de feijão, provocando o amarelecimento e seca prematura das folhas, aniquilando as plantas e diminuindo consideravelmente o rendimento da cultura. O combate é feito com aplicação de inseticidas adequados, e deve ser iniciado quando se notam os primeiros focos do

inseto; o combate iniciado a tempo, evita a aplicação do tratamento em toda a cultura (29). Nesse caso, o agricultor só fará o combate aos "mosquitos" quando os primeiros focos forem identificados, isto é, a decisão só é tomada depois que o fato ocorreu (no caso a incidência dos "mosquitos"), este é um exemplo de decisão "ex post".

O agricultor precisa, portanto de disponibilidade de informações que o auxiliem em sua tomada de decisão. Quando ele pensa intuitivamente em todos os estados da natureza, e nos resultados das combinações de atividades com os estados da natureza, estabelece suas probabilidades subjetivas, isto é, suas expectativas ou crenças pessoais sobre a ocorrência de determinado fenômeno no futuro. Muitas vezes o agricultor pode cometer enganos ao estabelecer suas probabilidades subjetivas; é necessário, portanto, fornecer elementos que permitam ao agricultor melhorar essas probabilidades, contribuindo dessa forma para que as alternativas escolhidas sejam aquelas que ofereçam melhores resultados.

O município de Quixadá, área pertencente ao Sertão Central do Ceará e que é objeto deste estudo, é tipicamente semi-árida, se caracterizando por apresentar elevado grau de risco. Os agricultores radicados nessa área, decidem suas atividades influenciados pelas características da região, procurando manter o consórcio tradicional. Deve-se considerar ainda o fato de que novas tecnologias demandam insumos adicionais, ou conduzem a modificações no uso de fatores de produção (25), e que a incerteza das condições climáticas e a instabilidade dos preços dos produtos agrícolas deixam o agricultor um tanto receoso com relação a adoção de novas técnicas, preferindo manter suas práticas tradicionais numa tentativa de se proteger do risco.

O governo tem colocado em prática medidas que objetivam motivar os agricultores a empregarem insumos modernos, com o propósito de elevar os níveis de produtividade e dessa forma, alcançar a meta de aumentar a produção agrícola. Uma dessas medidas é a política de subsidiar 40% do custo do adubo, incentivando dessa forma o uso de insumo $\frac{1}{2}$. Outra é

1/ Através da política de subsídio ao custo do adubo, o governo assume o compromisso de pagar 40% das despesas provenientes da aquisição de adubo, os 60% restantes são pagos pelo agricultor.

o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), uma forma de seguro agrícola cujos benefícios só podem ser desfrutados pelos agricultores que adotarem insumos modernos.

Em geral o objetivo da política agrícola é garantir ao agricultor uma renda tão estável quanto possível, uma vez que a produção agrícola está sujeita a flutuações que não podem ser evitadas e muitas vezes imprevistas. A utilização de alternativas de produção, empregando adubos, tornaria possível incrementar a produção e conseqüentemente poderia aumentar a renda do agricultor. Porém, as alternativas de adubação envolvem muito risco, por isso grande parte dos agricultores teme adotá-las. Pode-se acrescentar que do ponto de vista social o uso do adubo é desejável, mas do ponto de vista do agricultor, é uma alternativa que envolve muito risco. Portanto, para dar melhores subsídios aos agricultores, através da introdução de políticas agrícolas, é necessário analisar a tomada de decisão em novas tecnologias sob condições de risco. A vantagem principal deste tipo de análise seria a de mostrar quais são as melhores tecnologias disponíveis para reduzir risco, através do aumento da produção. Isto também pode permitir um melhor estudo sobre o que o governo poderia fazer para estimular o uso destas tecnologias, por parte dos agricultores, com diferentes atitudes com relação a risco.

1.2. - Objetivos

1.2.1. - Objetivo Geral

Comparar metodologias de análise e avaliar algumas alternativas melhores de nova tecnologia para produção de feijão de corda (Vigna sinensis Endl), considerando lucro e o risco para se obter esse lucro, numa região do Sertão Central do Ceará.

1.2.2. - Objetivos Específicos

- (a) Desenvolver um enfoque conceitual e metodológico que procure mostrar como enfrentar o problema do risco na tomada de decisão em nova tecnologia para a produção de feijão de corda.
- (b) Comparar dois métodos de estimação da média e da variância da receita líquida de algumas alternativas de tecnologia para produção de feijão de corda, quando se tem poucos dados históricos referentes a experimentos, nos quais foi empregada nova tecnologia,
- (c) Empregar e comparar funções de utilidade e dominância estocástica como critérios de escolha, que permitam incorporar risco na análise de resultados do uso de alternativas de nova tecnologia para produção de feijão de corda,
- (d) Utilizar os mesmos critérios de escolha para avaliar o impacto na receita líquida, resultante da introdução de duas políticas, que podem influir no risco de adoção de algumas alternativas de tecnologia para produção de feijão de corda. Especificamente, avaliar o impacto da política de subsídios e de uma política de seguro agrícola simulada.

1.3. - Área de Estudo

O município de Quixadá, região a que se refere esse estudo, esta localizado no Sertão Central do Ceará.

A precipitação pluviométrica do município está em torno de 861 mm anuais, com uma distribuição bastante irregular com 70% de probabilidade de chover acima de 601 mm e apenas 43,7% de chover acima da média (14). 75% das chuvas anuais em média, caem de fevereiro a maio e 91,7% caem de janeiro a junho. A temperatura média do mês mais quente ultrapassa a 30°C, e a do mês mais frio nunca é inferior a 24°C.

De acordo com o Cadastro de Imóveis Rurais do INCRA referente a 1972, a estrutura fundiária mostra que 70,5% das propriedades rurais apresentam áreas inferiores a 100 hectares, representando apenas 27,7% da área total do município, enquanto que os 29,5% restantes apresentam propriedades com mais de 100 hectares, ocupando 72,3% da superfície total do município.

A economia do município baseia-se na agricultura com o algodão participando com 52% do produto bruto agrícola, vindo em 2º lugar o feijão de corda com 22,7%. A pecuária apresenta uma participação de 7,4% (11).

A agricultura do município deve enfrentar alguns dos problemas propostos por PASTORE (25), para o Sertão Central do Ceará como: distribuição irregular das chuvas, carência de recursos humanos e de canais institucionalizados para difundir tecnologias entre os agricultores.

1.4. - Definição das Tecnologias

O problema que procura tratar ~~esta~~ este trabalho consiste em estudar a tomada de decisão, com relação a nova tecnologia para a produção de feijão de corda, sob condições de risco. Para isso é necessário definir as tecnologias que serão analisadas. Serão feitas comparações da receita líquida esperada e sua variância, entre as seguintes alternativas de tecnologia:

- (a) 4 (quatro) 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 isolado, sem adubação,
- (c) Consórcio tradicional (milho + feijão de corda + algodão).

Como poucos conjuntos de observações são disponíveis (apenas 6 anos), a metodologia abordará 2 maneiras diferentes de calcular alguns momentos (valor esperado e variância) da receita líquida das alternativas estudadas, numa tentativa de aproximar os dados à verdadeira distribuição dos lucros (receita líquida).

Pretende-se identificar qual dessas alternativas para a produção de feijão de corda apresenta os melhores resultados. Para isso, serão utilizados critérios de escolha, tais como: funções de utilidade e dominância estocástica.

1.5. - Fonte de Dados

Nesse trabalho serão utilizados os seguintes dados:

- (a) dados empregados por DUARTE (11) em seu trabalho de tese, originados de
 - . dados contidos nos planos de crédito preparados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará - EMATER-Ce., para o período 1969/1973,
 - . dados experimentais fornecidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Estes dados se referem a experimentos de feijão de corda (Vigna sinensis Endl) cultivados com adubação no período 1969/1973, e de experimentos de feijão de corda sem adubação no período 1968/1973. Experimentos localizados no município de Quixadá-Ceará,
- (b) dados do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, de experimentos feitos com feijão de corda adubado ou não, para o ano de 1974,

- (c) dados e informações obtidos através de contatos com técnicos do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, e com órgãos vinculados à agricultura.

1.6. - Plano de Estudo

O capítulo II deste estudo apresenta um enfoque conceitual e metodológico sobre a maneira de enfrentar risco em nova tecnologia.

O capítulo III mostra como estimar e comparar média (valor esperado) e variância das diferentes alternativas de tecnologia, através de dois métodos diferentes: pela maneira convencional de calcular a média aritmética e variância e pela função de distribuição cumulativa.

No capítulo IV encontra-se de que forma os resultados do uso das alternativas de tecnologia podem ser comparados, empregando-se critérios que incorporam risco, como: funções de utilidade e dominância estocástica.

A avaliação do impacto da introdução de duas políticas agrícolas estão no capítulo V. Essa avaliação será feita através dos critérios de funções de utilidade e dominância estocástica.

As conclusões e sugestões aparecem no capítulo VI.

CAPÍTULO II

ENFOQUE CONCEITUAL E METODOLÓGICO SOBRE RISCO

Em quase todas as atividades agrícolas o risco se apresenta, podendo atuar como uma forma de impedimento na adoção de práticas melhoradas, uma vez que o agricultor encara o risco como sendo mais forte em novas tecnologias derivadas de trabalhos experimentais (3).

Apresenta-se a seguir algumas considerações a respeito de trabalhos que serviram de base para derivar a metodologia empregada neste estudo, e de alguns trabalhos que consideram a variável risco.

DUARTE (11) em seu estudo sobre a cultura do feijão de corda no município de Quixadá, utilizou o método de orçamentação para conhecer a renda líquida do agricultor em várias alternativas e, em seguida, fez uma comparação entre elas. As alternativas analisadas foram: a cultura do feijão de corda isolado sem adubação, a cultura do feijão de corda isolado com adubação e o consórcio tradicional milho + feijão de corda + algodão. O autor procurou identificar os efeitos do risco climático e econômico. A diferença de produção durante anos estaria associada, entre outras coisas, principalmente às condições climáticas, seria o risco climático. O risco econômico estaria associado a sensibilidade da receita líquida do produtor ao fator preço. Estimou a influência da variação de preços na receita líquida em várias alternativas de produção, quantificando essa mudança e demonstrando a importância da variação no preço do feijão de corda como risco econômico. Além da análise comparativa entre a receita líquida do feijão de corda isolado com adubação, consórcio tradicional e feijão de corda isolado sem adubação, fez uma outra comparação entre a receita líquida do consórcio tradicional e a do feijão de corda isolado sem adubação baseada em rendimento esperado e levando em consideração pesos diferentes para os rendimentos ótimos, normais e não normais.

Apesar de ter feitos todas essas comparações, inclusive considerando vários níveis de preços e anos diferentes, DUARTE não apresentou nenhum critério de escolha que permitisse recomendações ao agricultor sobre quais eram as melhores alternativas.

2.1. - Teoria da Decisão

A teoria da decisão pode fornecer critérios de escolha e, dessa forma, possibilita fazer recomendações aos agricultores com relação as melhores alternativas de tecnologia. 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).

Geralmente os cientistas não usam a abordagem objetiva, considerando que podem afastar a incerteza utilizando as probabilidades objetivas, isto é, as probabilidades obtidas através de fórmulas matemáticas. DILLON (8) enfatiza a importância das probabilidades subjetivas, argumentando que "as probabilidades subjetivas podem sempre associar-se a fatos incertos; as probabilidades relevantes são sempre subjetivas; os antecedentes são sempre relevantes; e escolher é uma questão altamente subjetiva, que depende do grau de convicção pessoal e de preferência pessoal, integrada pelo Teorema da Expectativa de Utilidade ^{1/} da moderna teoria de decisão".

DILLON (8) argumenta ainda que na realidade, os cientistas ao tomarem suas decisões baseam-se em julgamento de probabilidades subjetivas, e que existe dificuldade em aplicar o conceito de probabilidade objetiva em conjuntos finitos de observações.

^{1/} Segundo DILLON (8) este teorema baseado em três axiomas de escolha, pressupõe que os graus de preferência do tomador de decisão podem ser quantificados por uma função de utilidade, que o indivíduo admite probabilidades subjetivas para fatos incertos e que a utilidade é maximizada pela perspectiva de risco que produz a máxima utilidade esperada.

A importância das avaliações ou preferências pessoais (utilidade) também foi mostrada por DILLON (4). Segundo este autor, se nada pode ser presumido com relação as preferências pessoais, nada poderá ser feito para identificar decisões mais eficientes.

Portanto, reunindo-se as probabilidades subjetivas e as preferências pessoais, tem-se critérios de escolha, que variam de acordo com as pressuposições que forem feitas com relação às preferências pessoais, e também com o conhecimento referente a essas probabilidades subjetivas.

2.1.1. - Funções de Utilidade

A utilidade, associada com qualquer perspectiva de risco encarada pelo tomador de decisão, dá origem a uma função de utilidade; entretanto as funções de utilidade para serem utilizadas exigem o conhecimento prévio da função de utilidade de cada tomador de decisão, no caso o agricultor. Muitas vezes, por razões de custos ou oportunidade, não se pode obter a avaliação dos resultados que faz cada agricultor; nesse caso, é possível identificar a melhor decisão empregando um critério que faz apenas suposições muito gerais sobre a função de utilidade do agricultor, e emprega as distribuições de probabilidade: esse critério é a dominância estocástica. A grande vantagem da dominância estocástica, como critério de escolha, é a de não requerer o conhecimento da forma algébrica das funções de utilidade dos agricultores, fazendo, apenas, algumas pressuposições menos rigorosas sobre essas funções.

Segundo LIN (17) funções de utilidade lexicográfica relataram de maneira mais rigorosa, embora aparentemente, os processos de decisões reais dos agricultores.

DILLON e SCANDIZZO (10) estudando o comportamento de pequenos agricultores (parceiros e proprietários) no Nordeste, concluíram ao estimarem funções de utilidade desses agricultores, que parece haver uma diferença qualitativa entre casos de subsistência assegurada e de subsis

tência com risco. Nenhum proprietário, e somente um número mínimo de parceiros, mostra preferência por risco quando a subsistência está sendo arriscada, enquanto que, um número significativo de agricultores, parece estar desejoso de tomar risco, quando a subsistência está assegurada. Um pequeno grupo, relativamente estável, apresentou extrema aversão ao risco, mesmo com a variável subsistência assegurada.

2.1.2. - Distribuição de Probabilidade de Eventos Incertos

Antes de executar qualquer atividade, o agricultor estabelece suas probabilidades subjetivas, isto é, seu grau de crença ou convicção em relação a ocorrência dos estados da natureza.

O agricultor precisa fazer uma previsão dos resultados das possíveis atividades, antes que elas sejam executadas para assim analisá-las e decidir entre aquelas que lhe propiciará melhores resultados, portanto, o agricultor faz a análise "ex ante".

De modo geral, os trabalhos de análise de dados experimentais na agricultura, não têm dado muita importância ao risco na produção, e tem concentrado sua atenção na avaliação "ex post" de resposta de experimentos. Uma maneira de tornar a análise dos resultados empíricos (análise "ex post") mais importante, como subsídio para melhorar as informações do agricultor e ajudá-lo na tomada de decisão, seria influir a avaliação do risco. O problema verificado é que, para contabilizar risco com base em análise "ex post", é necessário uma sequência de observações numa amplitude de tempo suficiente, para indicar variabilidade de produção para vários estados da natureza (1).

Para analisar dados incorporando avaliação de risco é necessário informações sobre a distribuição de probabilidade da variável que se está estudando. Muitas vezes, poucas observações são disponíveis de modo a capacitar uma análise funcional adequada da distribuição de probabilidade da variável, essa situação é denominada situação de dados esparsos (1, 4 e 8). Nesse caso, a decisão mais acertada deveria ser a realização de trabalhos de pesquisa utilizando esses dados, apesar da escassez dos mesmos.

ANDERSON (1) desenvolveu um método de aproximação de dados esparsos para julgar a importância do risco, em manipulações de respostas de cultivos quando somente poucos dados são disponíveis. Enfatizou a necessidade de considerar o risco na análise "ex post" de experimentos individuais, para fornecer dessa forma, contribuições ao tomador de decisão.

CARLSON (7) em seu trabalho sobre Previsão e Controle de Doenças, demonstra como os procedimentos da teoria de decisão podem ser usados para alcançar práticas ideais de controle de doenças nos cultivos.

BULLOCK e LOGAN (6) empregaram a teoria da decisão para definir as melhores alternativas de comercializar ou alimentar por mais tempo, lotes de animais em invérnagem. Mostraram, também, como resolver o problema de escolha entre alternativas, quando não se dispõe de meios para obter informações adicionais para ajudar na previsão dos verdadeiros estados da natureza.

ANDERSON (3) mostra como resolver o problema de risco em nova tecnologia, apresentando metodologia e exemplos práticos. Para isso utiliza os critérios de dominância estocástica, que envolvem conhecimento da distribuição de probabilidade da variável que se está estudando.

ANDERSON (1), utilizando a dominância estocástica numa situação de dados esparsos, procurou identificar alternativas de tecnologia mais eficientes para produção de trigo não irrigado.

2.2. - Metodologia Geral

Para estudar o problema de risco na tomada de decisão em nova tecnologia, utilizou-se idéias e técnicas dos autores citados. Como os dados utilizados são esparsos, será feita uma aproximação desses dados à verdadeira distribuição através da função de distribuição cumulativa (1) e, também, através da maneira tradicional de calcular a média e a variância.

Para escolher a(s) melhor(es) alternativa(s) 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, nesse trabalho, em virtude de já terem sido estimadas anteriormente por DILLON e MESQUITA (9) para os agricultores do Sertão Central do Ceará.

Finalmente, as mesmas técnicas de estimação com dados esparsos e o emprego de critérios de decisão serão utilizados para analisar o impacto de duas políticas agrícola, na modificação do nível de risco implícito na decisão de usar novas alternativas de tecnologia para produção de feijão de corda.

CAPÍTULO III

ESTIMAÇÃO DA MÉDIA E VARIÂNCIA DA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIA.

O propósito desse capítulo é comparar os resultados do emprego de dois métodos para calcular alguns momentos (média e variância) da receita líquida das alternativas estudadas, e selecionar resultados a serem usados na aplicação dos critérios de escolha.

Os passos necessários são:

- (a) estimação dos dados de rendimentos de feijão (kg/ha),
- (b) emprego dos dados de rendimentos para derivar a receita líquida das alternativas de tecnologia estudadas,
- (c) emprego da metodologia para calcular os momentos.

3.1. - Dados de Rendimentos

Com o objetivo de conseguir dados de rendimentos para diferentes níveis de fósforo, foram estimadas funções de resposta, baseadas em dados experimentais que se encontram no apêndice A. 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 significantes. Ajustou-se uma nova função quadrática, considerando-se apenas o fósforo.

Durante o período analisado, os resultados das funções estimadas para os anos de 1969 e 1972 não foram significativos, isto é, o fósforo não influenciou nos rendimentos, verificando-se que para 1969 o efeito de P foi negativo, podendo-se concluir que o fósforo poderia conduzir a um decréscimo nos rendimentos. Nesses anos, a ocorrência de irregularidades climáticas ou mesmo problemas surgidos na condução do experimento podem ter provocado distorções nos resultados experimentais.

A análise efetuada nesse trabalho se limitou aos efeitos de alguns níveis de fósforo, cujas justificativas são:

- (1) Os solos da região em estudo são muito carentes em fósforo, e trabalhos experimentais nela conduzidos sempre mostram efeito significativo para a adubação fosfatada (20, 21, 22 e 23),
- (2) Trabalhos efetuados na região mostram que o feijão de corda não respondeu significativamente ao potássio (20, 22 e 23), por isso não foi incluído na análise,
- (3) Trabalhos experimentais mostram que o nitrogênio teve efeito variável, no período analisado, apenas em 1969 o efeito do nitrogênio foi significativo ^{1/}. Tendo em vista este fato, o nitrogênio não foi incluído na análise.

Informações obtidas através de professores do Departamento de Fitotecnia denotam que o feijão de corda na região em estudo, apresenta grande capacidade de nodulação bacteriana, fixando quantidades apreciáveis do nitrogênio atmosférico, sendo necessário o uso de adubação nitrogenada apenas para manter a fertilidade do solo.

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

^{1/} Segundo SANCHEZ et alli (27) a resposta a adubação nitrogenada no Brasil, não é frequente. Algumas das explicações seriam a toxicidade do alumínio ou manganês e deficiência de fósforo e cálcio.

As funções estimadas foram:

$$1969 : Y = \begin{matrix} 568,790 & - & 1,245 P & + & 0,009 P^2 \\ (49,21) & & (2,09) & & (0,16) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,07 \end{matrix}$$

$$1970 : Y = \begin{matrix} 620,128 & + & 9,587 P & - & 0,049 P^2 \\ (28,05) & & (1,19) & & (0,009) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,852 \end{matrix}$$

$$1971 : Y = \begin{matrix} 1.349,920 & + & 8,450 P & - & 0,040 P^2 \\ (17,73) & & (2,61) & & (-1,59) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,385 \end{matrix}$$

$$1972 : Y = \begin{matrix} 984,319 & + & 2,585 P & - & 0,016 P^2 \\ (99,81) & & (4,24) & & (0,03) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,06 \end{matrix}$$

$$1973 : Y = \begin{matrix} 626,778 & + & 14,062 P & - & 0,064 P^2 \\ (12,17) & & (6,43) & & (-3,68) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,826 \end{matrix}$$

$$1974 : Y = \begin{matrix} 544,113 & + & 16,816 P & - & 0,103 P^2 \\ (77,23) & & (3,28) & & (0,026) \\ & & & & \bar{R}^2 = 0,59 \end{matrix}$$

Onde:

Y é o rendimento de feijão (kg/ha)

P é o fósforo

Os valores dentro dos parentêses se referem ao teste t (valor de t_{n-2} , $\frac{\alpha}{2} = 2,79$, nível de significância de 1%).

Essas funções serão utilizadas para se obter dados de resposta (rendimentos) para diferentes níveis de fósforo ^{1/}.

^{1/} Um ponto interessante e importante na incorporação de risco em resposta de cultivos, é analisar o uso ótimo de fertilizante preocupando-se em comparar o uso de análise "ex post" de funções individuais de experimentos para cada ano, com uma função que reúne todos os dados originais dos vários anos, para obter uma função média de resposta (1). Embora não sendo um objetivo do presente trabalho, tal função alternativa foi usada para determinar nível ótimo de adubação fosfatada. Cálculos e resultados encontram-se no apêndice E e de uma maneira geral foram:

(continua)

Tendo por base as funções anuais estimadas, foi possível obter rendimentos para cinco alternativas de tecnologia estudadas. Isso foi feito da seguinte maneira: para cada função estimada calculou-se os rendimentos quando P assumia os seguintes níveis:

0 kg/ha
 30 kg/ha
 P_2O_5 60 kg/ha
 90 kg/ha
 120 kg/ha

Dessa forma encontrou-se os rendimentos para cada nível de P nos 6 anos analisados. O nível zero (0) de P deu origem aos dados de rendimento referentes à cultura do feijão de corda isolado, sem adubação: alternativa de tecnologia A_1 . Os demais níveis originaram os dados de rendimentos referentes às alternativas:

A_2 : 30 kg de P_2O_5 /ha
 A_3 : 60 kg de P_2O_5 /ha
 A_4 : 90 kg de P_2O_5 /ha
 A_5 : 120 kg de P_2O_5 /ha

Os dados de rendimentos podem ser visto no QUADRO 1, com detalhes no apêndice C.

1/ (continuação)

a função estimada com todos os dados do período foi: $Y_{69-74} = 779,852 + 8,486 P - 0,0446 P^2$, e o nível ótimo de adubação foi de 87 kg de P_2O_5 /ha. Esse nível de adubação está dentro da faixa de variação apresentada pelos níveis ótimos das funções individuais (máximo de 103 kg de P_2O_5 /ha e mínimo de 77 kg de P_2O_5 /ha). A conclusão geral é que esse tipo de função possibilita maior incorporação de risco. Para maiores detalhes ver apêndice E.

QUADRO 1 - Rendimentos das Alternativas de Adubação Originados das Funções Estimadas, em kg/ha.

ANOS	ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIAS				
	$A_1 = 0 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$	$A_2 = 30 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$	$A_3 = 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$	$A_4 = 90 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$	$A_5 = 120 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$
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

Com relação a sexta alternativa de tecnologia, ou seja, o consórcio, os dados de rendimentos encontram-se no QUADRO 2.

QUADRO 2 - Rendimentos do Consórcio Algodão Mocó + Milho + Feijão. 1969 - 1973. Município de Quixadá-Ceará (kg/ha).

CULTURAS	1969	1970	1971	1972	1973
Algodão (1)	291	219	368	273	281
Milho	600	360	720	660	600
Feijão	350	180	480	420	300

FONTE: EMATER-CE.

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

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

3.2. - Derivação da Receita Líquida das Alternativas de Tecnologia

A derivação da receita líquida das diferentes alternativas é 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:

$$RL = PY \cdot Y - CT$$

Onde:

RL é a receita líquida

PY é o preço do produto (no caso, o feijão)

Y é a quantidade do produto

CT é o custo total para obtenção do produto.

Como não se está analisando nesse trabalho o risco econômico (variação nos preços), considera-se os preços como constantes, e referem-se a preços médios de 1976 ^{1/}.

Os custos foram obtidos com base nos coeficientes técnicos da EMATER-CE, EMBRAPA e BNB e se encontram no apêndice B, e tem como referência os valores para 1976.

Os dados globais de receita líquida estão apresentados no QUADRO 3, maiores detalhes podem ser vistos no apêndice C.

3.3. - Estimação da Média e Variância da Receita Líquida

Nesta parte se apresenta a maneira de obter e comparar os momentos (a média e a variância) da receita líquida das alternativas analisadas. A estimação desses momentos será feita empregando dois métodos diferentes, com a finalidade de tentar aproximar os dados disponíveis a sua verdadeira distribuição, pois como estão sendo utilizados dados esparsos, não se conhece essa verdadeira distribuição.

Os métodos utilizados são:

- (a) Estimação através das fórmulas tradicionais para se calcular a média e a variância,
- (b) Estimação dos momentos através da função de distribuição cumulativa.

^{1/} Como os preços foram considerados constantes, os resultados devem ser analisados com reserva. Algumas considerações a respeito da suposição de preços constantes neste estudo estão apresentadas no capítulo VI.

QUADRO 3 - Receita Líquida das Alternativas Analisadas, para o Período 1969 - 1974, em Cr\$/ha.

ANOS	ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIA					Consórcio
	A ₁ = 0 kg P ₂ O ₅ /ha	A ₂ = 30 kg P ₂ O ₅ /ha	A ₃ = 60 kg P ₂ O ₅ /ha	A ₄ = 90 kg P ₂ O ₅ /ha	A ₅ = 120 kg P ₂ O ₅ /ha	
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	3.960,00	2.025,00
1974	856,00	2.345,00	3.253,00	3.313,00	2.527,00	-

3.3.1. - Estimação Através das Fórmulas Tradicionais para se Calcular a Média (Valor Esperado) e Variância.

Com base nos dados de receita líquida para o período analisado, pode-se calcular a média e a variância utilizando as fórmulas:

$$E(L) = \frac{\sum L}{n}$$

$$V(L) = \frac{\sum (L - \bar{L})^2}{n}$$

Onde:

- L é a variável receita líquida
- E(L) é o valor esperado (média)
- V(L) é a variância da receita líquida
- \bar{L} é a média
- n é o número de observações

Os valores de E(L) e V(L) das diferentes alternativas de tecnologia estão no apêndice C, e os resultados estão apresentados no QUADRO 4 neste capítulo.

3.3.2. - Estimação dos Momentos Através da Função de Distribuição Cumulativa (FDC).

Para estimar a média e a variância das receitas líquidas das alternativas analisadas, através da função de distribuição cumulativa, é necessário em primeiro lugar saber como estimar essa função.

Como os dados empregados nesse trabalho são esparsos, será empregada uma regra proposta por ANDERSON (1) e ANDERSON et alii (4), é a regra de SCHLAIFER que diz:

Se uma amostra de n observações é retirada de uma distribuição e alinhada em ordem crescente, a observação de ordem k é uma medida razoável do fractil de ordem $\frac{k}{n+1}$ da distribuição. Os autores citados (1 e 4) afirmam que a regra foi mostrada como racional no sentido que o fractil esperado de todos os valores da variável aleatória x , sucedendo abaixo da estatística de ordem k , é $\frac{k}{n+1}$.

Estimando-se um número suficiente de fractis através da regra de SCHLAIFER, segundo DILLON (4) 7 fractis são suficientes, e representando-se num gráfico, pode-se então desenhar a mão uma curva de distribuição de frequência, que passe pelos fractis estimados ou próximo 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 x é menor ou igual a um valor específico X^* : $P(x \leq X^*)$.

A média e a variância da distribuição dos lucros de cada alternativa podem ser derivadas diretamente dos pontos da FDC, utilizando-se, para isso, as fórmulas de PEARSON e TUKEY propostas por DILLON (4). Essas fórmulas são:

$$E(x) \approx f_{0,5} + (0,185)(f_{0,95} + f_{0,05} - 2f_{0,5}) \quad (a)$$

$$V(x) \approx [(f_{0,95} - f_{0,05}) / 3,25]^2 \quad (b)$$

Os valores $f_{0,5}$, $f_{0,95}$ e $f_{0,05}$ são lidos diretamente na FDC; 0,185 e 3,25 são valores constantes.

À título de ilustração, apresenta-se o seguinte exemplo:

(a) Dedução da FDC

Considerando as receitas líquidas da alternativa consórcio para o período 1969 - 1973 será mostrado como estimar a FDC para esta alternativa.

Alternativa Consórcio

ANOS	Receita Líquida (Cr\$)
1969	2.286,00
1970	991,00
1971	3.301,00
1972	2.618,00
1973	2.025,00

Para estimar a FDC deve-se colocar os dados em ordem crescente, e aplicar a regra de SCHLAIFER para encontrar os fractis (1 e 4). Considerando as informações de especialista com relação a rendimentos máximos e mínimos para o consórcio, tem-se as estimativas dos fractis 0,0 e 1,0.

Receita Líquida (Cr\$)	k	f = k/n + 1
459,00		0,0
991,00	1	0,17
2.025,00	2	0,33
2.286,00	3	0,50
2.618,00	4	0,67
3.301,00	5	0,83
3.507,00		1,00

Onde, segundo ANDERSON (1) e DILLON (4):

n - é o número de observações, no caso 5.

k - é a ordem da observação, por exemplo k = 1 se refere a primeira observação.

f - é o fractil, $f_{0,17}$ por exemplo, é a fração correspondente a primeira observação. Isso significa que existe 17% de probabilidade, que os valores da distribuição da receita líquida sejam menores ou iguais a Cr\$ 991,00.

Probabilidade
Cumulativa

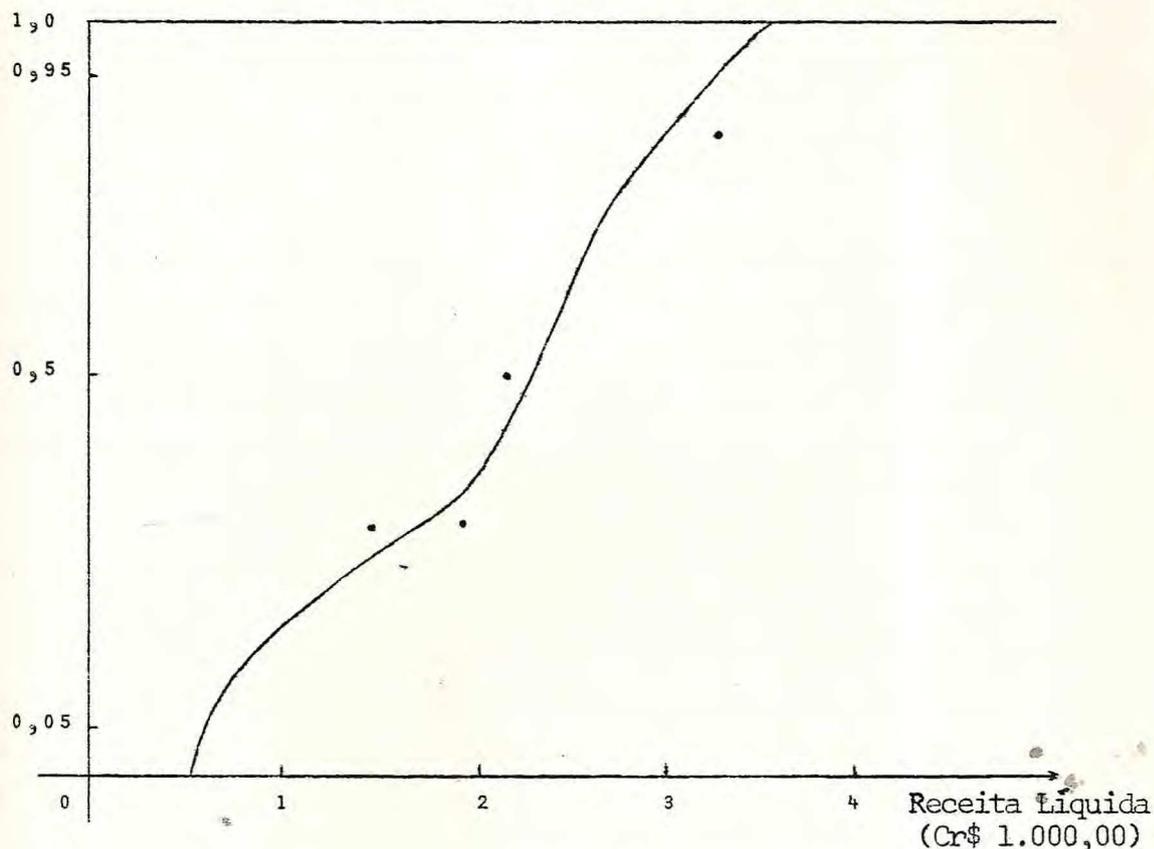


FIGURA 1 - Ilustração Gráfica da Função de Distribuição Cumulativa (FDC), da Alternativa Consórcio.

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 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.

Estimação da Média e da Variância.

Empregando as fórmulas (a) e (b) para calcular a média e variância, e lendo-se os valores dos fractis na FIGURA 1, tem-se para a alternativa de tecnologia consórcio:

$$f_{0,05} = 560,00$$

$$f_{0,5} = 2.320,00$$

$$f_{0,95} = 3.460,00$$

$$E(L) \approx 2.320 + (0,185) (3.460 + 560 - 2 \times 2.320)$$

$$E(L) \approx 2.205,00$$

$$V(L) \approx [(3.460 - 560)/3,25]^2$$

$$V(L) \approx 796.213,00$$

Para o consórcio a receita líquida esperada é de Cr\$ 2.205,00 e a variância é Cr\$ 796.213,00. Para as demais alternativas os valores de receita líquida e fractis necessários a dedução das FDC estão no apêndice C. As curvas FDC estão na FIGURA 6, na página 43, e os momentos obtidos através dos pontos dessas curvas estão apresentados no QUADRO 4 ^{1/}.

3.3.3. - Comparação de Resultados

A utilização da maneira tradicional e da função de distribuição cumulativa, para estimar os momentos da receita líquida das diferentes alternativas, conduziu aos resultados que estão apresentados no QUADRO 4.

Observando os resultados do QUADRO 4, nota-se que a função de distribuição cumulativa possibilita a estimação da variância com valor maior do que pela maneira tradicional. Como a variância por esse método apresenta maiores valores, o risco também vai ter maiores valores pois é representado pela variância.

Para deduzir a função de distribuição cumulativa é necessário utilizar muitas informações de especialistas a respeito da distribuição dos rendimentos das diferentes alternativas. A própria técnica de estimar essa função de distribuição cumulativa faz uma suavização dos efeitos. Em

^{1/} Como as curvas FDC correspondem a dominância estocástica de primeiro grau, foi feita apenas uma representação gráfica que se encontra na FIGURA 6 na página 43.

QUADRO 4 - Média e Variância da Receita Líquida das Alternativas Estudadas, Obtidas por dois Métodos Diferentes.

ALTERNATIVAS	Método Convencional		Método da FDC	
	E (L)	V (L)	E (L)	V (L)
A ₁	1.942,00	2.174.882,00	2.001,00	1.514.793,00
A ₂	2.514,00	2.341.039,00	2.557,00	2.290.799,00
A ₃	2.997,00	3.069.024,00	3.322,00	5.642.452,00
A ₄	3.120,00	3.517.102,00	3.445,00	5.962.613,00
A ₅	2.882,00	3.488.641,00	2.982,00	5.792.538,00
C	2.245,00	719.397,00	2.205,00	796.213,00

outros trabalhos essa técnica mostrou melhores estimações da distribuição e dos momentos, especialmente no caso de ter menos de 10 observações ^{1/}. Assim sendo, os momentos estimados por esse método apresentam a vantagem de serem mais representativos da verdadeira distribuição. Por essa razão, em etapas posteriores serão empregados os momentos estimados pela função de distribuição cumulativa, e dessa forma será possível obter estimativas mais reais do valor esperado e da variância, quando se tem apenas poucos dados para empregar na análise.

^{1/} Ver JOCK R. ANDERSON (2 - p. 568).

CAPITULO IV
APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE ESCOLHA

Com o objetivo de comparar os resultados do uso das alternativas de tecnologia estudadas nesse trabalho, serão aplicados critérios de escolha que permitam incorporar riscos. Os critérios a serem empregados são:

- (a) funções de utilidade: linear e quadrática.
- (b) dominância estocástica.

4.1. - Funções de Utilidade

O tomador de decisões, de maneira subjetiva, estabelece os resultados que cada combinação ação-estado da natureza pode oferecer em forma de valores monetários, ou de qualquer outro atributo. Esses valores monetários podem ser derivados para outra escala que mede valores subjetivos que o tomador de decisão atribui a diferentes níveis de riqueza e risco. Esses valores subjetivos são relacionados numa função que recebe o nome de função de utilidade.

Portanto, a função de utilidade do tomador de decisão mostra de que maneira ele valoriza os diferentes montantes de perdas e ganhos. Os tipos de função de utilidade do agricultor são:

- (a) Função de Utilidade Linear,
- (b) Função de Utilidade não Linear,
- (c) Função de Utilidade Lexicográfica.

Na função de utilidade linear o agricultor é indiferente ao risco, só está interessado em maximizar o lucro. Como risco aqui está definido como sendo a variância da renda líquida esperada (do lucro esperado), nesse tipo de função não se considera a variância.

A 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.

A função de utilidade lexicográfica parece ser a mais realista de todas, porque indica que o agricultor primeiro pensa em obter uma renda mínima de subsistência, para depois pensar em maximizar lucro ou minimizar custos. O trabalho de LIN (17) mostrou que funções de utilidade lexicográfica relataram de maneira mais rigorosa os processos de decisões reais dos fazendeiros. No trabalho de SANDERS e HOLLANDA (28) a função de utilidade lexicográfica apresentou os mesmos resultados que a quadrática (que é uma função não linear).

4.1.1. - Função de Utilidade Linear

Como a função de utilidade linear pressupõe apenas a maximização do lucro, será escolhida a tecnologia que proporcionar o lucro máximo, com base nas receitas líquidas esperadas estimadas no capítulo III.

4.1.2. - Função de Utilidade Quadrática

Para escolha das melhores alternativas será empregado outro critério que é uma função de utilidade não linear, mais especificamente quadrática, proposta por DILLON e MESQUITA (9) e DILLON e SCANDIZZO (10) para agricultores desta mesma região. A forma desta função é:

$$U = E(L) + \phi [V(L)]^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

o coeficiente ϕ mede a preferência ou aversão ao risco. Se ϕ é negativo o agricultor é averso ao risco, se é indiferente ϕ é zero, e se o coeficiente ϕ é positivo o agricultor tem preferência pelo risco. Quanto maior o valor negativo de ϕ , maior o grau de aversão ao risco (9).

Utilizando os momentos estimados no capítulo III e essa função de utilidade, pode-se determinar o nível de utilidade de cada alternativa de tecnologia, para diferentes valores do coeficiente ϕ . Dessa forma, se pode escolher as alternativas que apresentarem utilidades máximas, para cada valor específico de ϕ .

4.2. - Escolha das Melhores Alternativas Através da Dominância Estocástica

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

Os critérios de dominância estocástica podem ser empregados para alternativas, representadas por variáveis discretas ou contínuas, através de fórmulas específicas para cada caso.

A dominância estocástica varia em grau. Nesse estudo será considerada a variação até o terceiro grau, em virtude de que procedimentos além do terceiro grau deixam de ter sentido teórico ou intuitivo, com relação as preferências do agricultor.

As alternativas podem ser ações, planos ou tecnologias e são representadas por uma única variável x (discreta ou contínua), aqui definida pela receita líquida (lucro). As preferências do tomador de decisão com relação a x , são transformadas numa função de utilidade $U(x)$.

Considere-se o seguinte exemplo:

Existem duas alternativas de tecnologia, F e G, que se deseja comparar, para verificar se uma possibilita melhores resultados do que a outra. Os resultados obtidos com o uso das alternativas podem ser convertidos em funções de probabilidade; a alternativa F possui uma função de probabilidade $f(x_i)$, que está representada na FIGURA 2, e a alternativa G possui uma função de probabilidade $g(x_i)$, que apresenta uma forma seme

lhante a de $f(x_i)$. Uma função de probabilidade como a representada na FIGURA 2, mostra a probabilidade de que um valor específico da variável x , esteja contido num determinado intervalo.

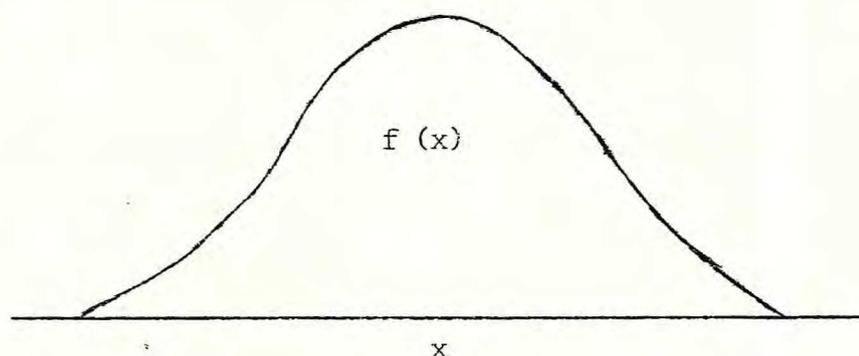


FIGURA 2 - Ilustração Gráfica de uma Função de Probabilidade.

O problema básico é comparar essas alternativas de maneira que seja levado em conta o risco de adotá-las.

Para comparar os resultados do uso dessas alternativas considerando o risco, serão utilizados os critérios de dominância estocástica em três graus, cada um desses graus correspondendo as preferências do agricultor com relação aos resultados do uso dessas alternativas de tecnologia.

Os critérios de dominância estocástica foram apresentados por ANDERSON (1), em primeiro lugar para variáveis contínuas e em seguida para variáveis discretas. Como nesse estudo considera-se a variável x (receita líquida) como variável discreta, serão apresentadas a seguir procedimentos da dominância estocástica para a variável discreta, (detalhes sobre a variável contínua podem ser vistos no apêndice D).

(a) Dominância Estocástica de Primeiro Grau (FSD)

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

As funções de probabilidade $f(x_i)$ e $g(x_i)$ já definidas anteriormente, são convertidas em funções de distribuição cumulativa e em seguida são comparadas para se verificar qual delas oferece mais lucros.

Como as funções de probabilidade $f(x_i)$ e $g(x_i)$ são conhecidas, pode-se aplicar as regras de dominância estocástica de primeiro grau, para comparar as alternativas, utilizando a fórmula:

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

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

Sendo:

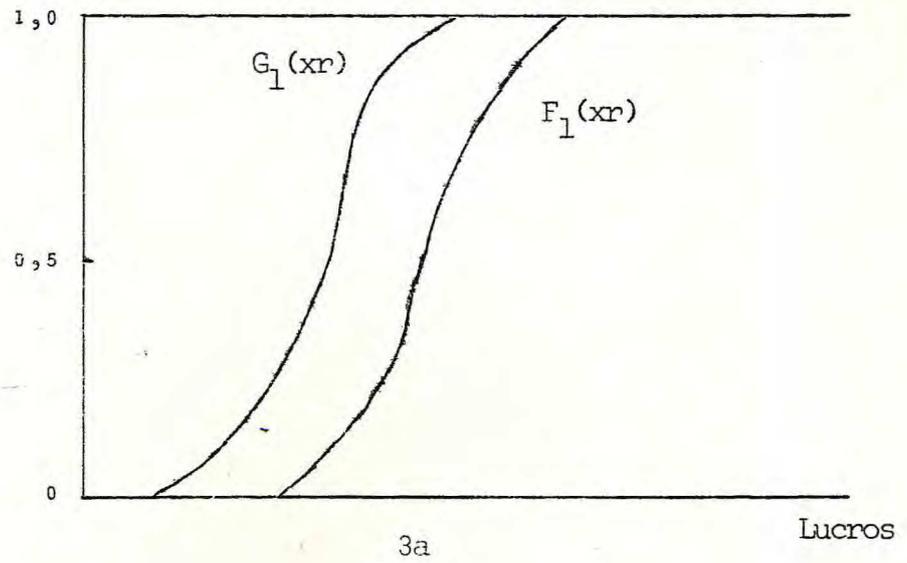
$F_1(xr)$ e $G_1(xr)$, funções de distribuição cumulativa (FDC), representam a dominância estocástica de primeiro grau.

Para $f(x_i)$ dominar $g(x_i)$ pelo FSD, é necessário que $F_1(xr) \leq G_1(xr)$, com exata desigualdade para no mínimo um valor de r . A representação gráfica encontra-se na FIGURA 3. Na FIGURA 3a $F_1(xr) \leq G_1(xr)$, então a alternativa representada por $f(x_i)$ oferece mais lucros (domina), sendo portanto mais eficiente.

Então, a alternativa mais eficiente pela dominância estocástica de primeiro grau, é aquela que para qualquer nível de probabilidade oferece mais lucros que as demais.

No entanto, muitas vezes ocorrem situações como a representada na FIGURA 3b. Até um determinado nível de probabilidade (nesse exemplo é 15%), $G_1(xr)$ é a alternativa que possibilita mais lucro, é chamada alternativa dominante, a partir desse ponto $F_1(xr)$ oferece mais lucros que $G_1(xr)$, $F_1(xr)$ é então a alternativa dominante e $G_1(xr)$ é a alternativa dominada (para níveis de probabilidade acima de 15%). Quando isso ocorre não se pode identificar a alternativa mais eficiente, emprega-se então a dominância estocástica de segundo grau.

Probabilidade
Cumulativa



Probabilidade
Cumulativa

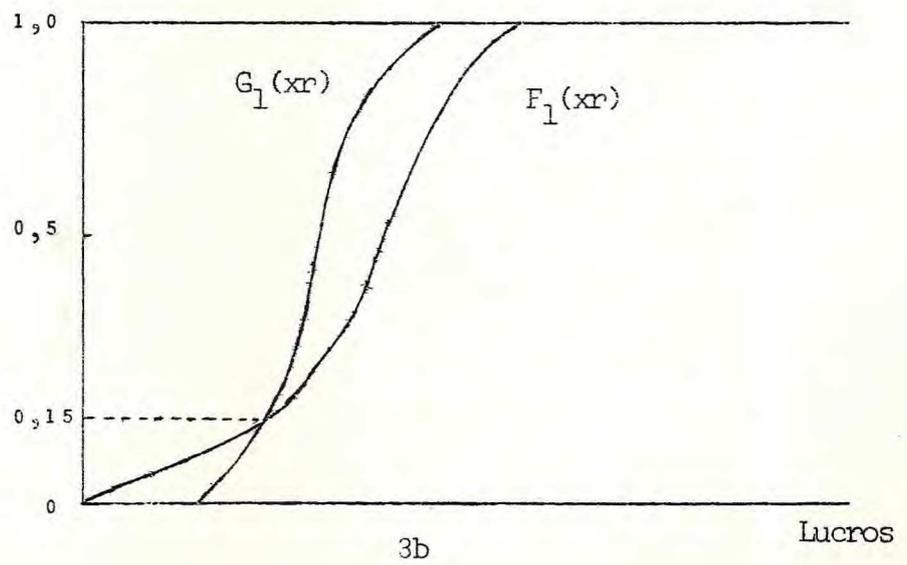


FIGURA 3 - Ilustração de Dominância Estocástica de Primeiro Grau.

(b) Dominância Estocástica de Segundo Grau (SSD).

Com relação as preferências (função de utilidade) do tomador de decisão, o segundo caso incorpora a pressuposição que todo agricultor é averso ao risco.

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

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

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

do mesmo modo para:

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

Onde:

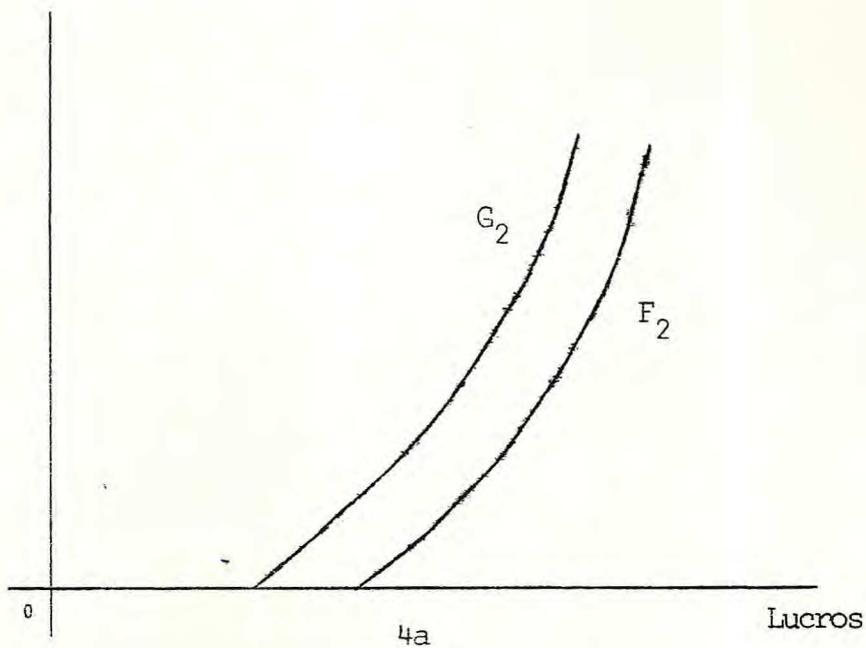
$$\Delta x_i = x_i - (x_i - 1)$$

$F_2(xr)$ e $G_2(xr)$ são funções cumulativas para a dominância estocástica de segundo grau.

A distribuição $f(x)$ domina a distribuição $g(x)$, se $F_2(xr) \leq G_2(xr)$. Pela FIGURA 4a tem-se que F_2 oferece mais lucros que G_2 para qualquer nível de SSD cumulativa, então, a alternativa F é dominante e G é a alternativa dominada. Nesse caso diz-se que $f(x)$ domina $g(x)$ pela dominância estocástica de segundo grau.

Pode acontecer que não seja possível separar pelo SSD as alternativas dominantes das alternativas dominadas, como por exemplo, na FIGURA 4b, desse modo não é possível identificar a alternativa mais eficiente (aquela que oferece mais lucros). Pela FIGURA 4b até um determinado nível de SSD cumulativa G_2 é dominante, sendo a partir desse nível, dominada por F_2 . Quando isso ocorre utiliza-se a dominância estocástica de terceiro grau.

SSD
Cumulativa



SSD
Cumulativa

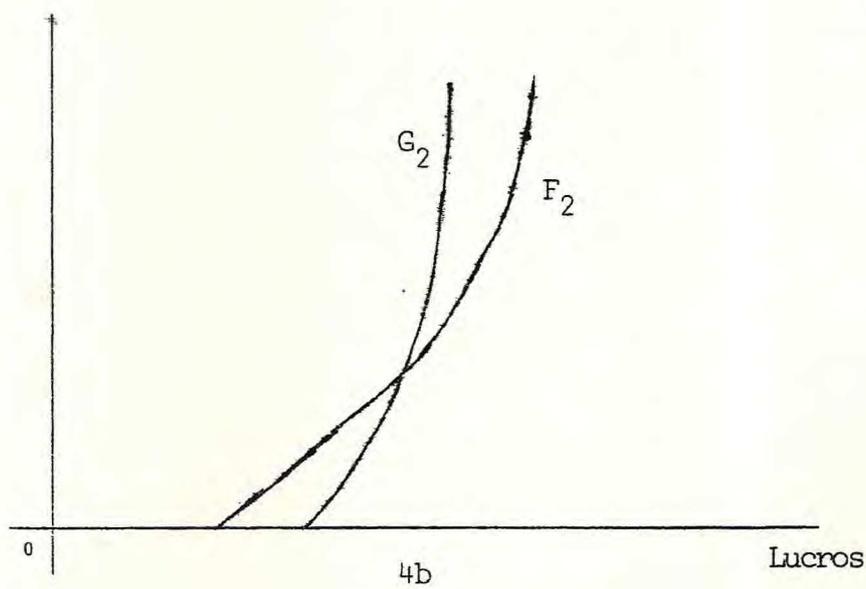


FIGURA 4 -- Ilustração de Dominância Estocástica de Segundo Grau.

(c) Dominância Estocástica de Terceiro Grau (TSD).

A pressuposição nesse caso para preferências do tomador de decisão, é que a aversão ao risco diminui a medida que a riqueza aumenta.

As funções SSD cumulativas e os acréscimos da variável x (nesse estudo x é a receita líquida), são empregados na fórmula que permite encontrar a dominância estocástica de terceiro grau. Essa fórmula é a seguinte:

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

do mesmo modo para G_3 :

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

Onde:

$F_3(x_r)$ e $G_3(x_r)$ são funções cumulativas para a dominância estocástica de terceiro grau.

$F_2(x_i)$ e $G_2(x_i)$ são as SSD cumulativas.

A distribuição $f(x)$ domina a distribuição $g(x)$ pela dominância estocástica de terceiro grau se:

$$F_3(x_r) \leq G_3(x_r) \quad r = 2, \dots, n$$

Pela FIGURA 5 pode-se verificar que F_3 oferece sempre mais lucros que G_3 , para qualquer nível de TSD cumulativa, portanto a alternativa F é mais eficiente.

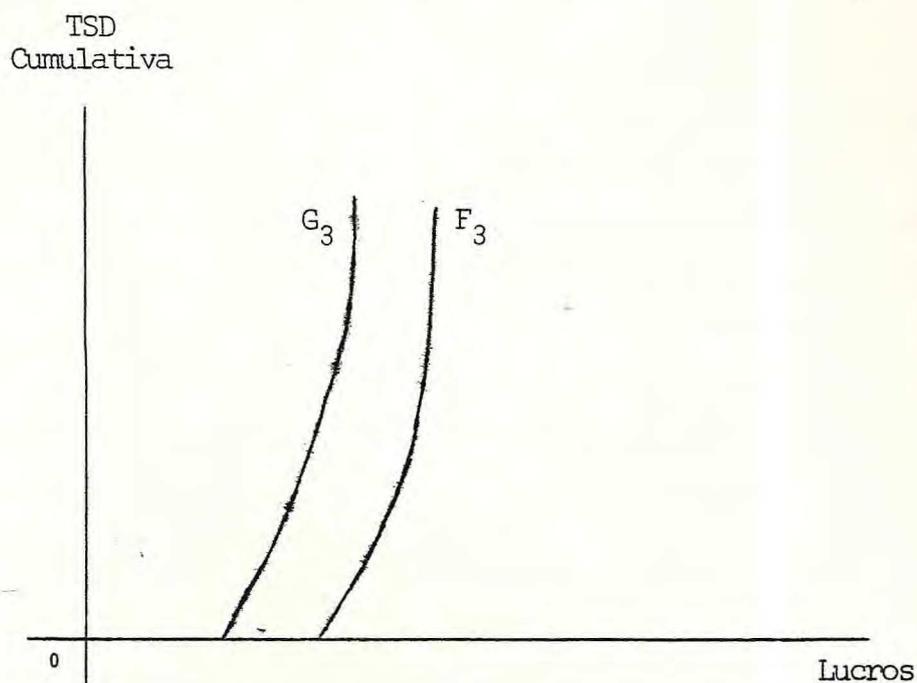


FIGURA 5 - Ilustração de Dominância Estocástica de Terceiro Grau.

Em alguns casos não é possível separar as alternativas em do minantes e dominadas, até mesmo pelo TSD. Nesse caso todas as alternati vas que permanecerem depois da utilização do TSD, são consideradas efi- cientes.

4.2.1. - Passos Necessários à Aplicação da Dominância Estocástica.

A seguir, serão apresentados os passos necessários à aplica ção dos critérios da dominância estocástica, para a variável discreta e, um exemplo hipotético que mostra esses passos.

1. alinham-se as alternativas pela ordem crescente da receita líquida (x) calculada para cada uma;
2. considerem-se as frequências simples de cada alternativa a ser comparada;
 $f(x_i)$ e $g(x_i)$ $i = 1, \dots, n$
 (Ver no QUADRO 5 as frequências simples de um exemplo ilus trativo).

3. calcula-se as frequências acumuladas de $f(x_i)$ e $g(x_i)$, obtendo-se então os elementos necessários a comparação pela dominância estocástica de primeiro grau, $F_1(x)$ e $G_1(x)$;
4. comparar, as alternativas que oferecerem menos lucros serão separadas. As restantes serão testadas por outros graus de dominância estocástica. (Ver no QUADRO 5, comparação no nível FSD);
5. calculam-se os acréscimos (Δx_i), da seguinte maneira:
- $$\Delta x_i = x_i - (x_i - 1) \quad i = 1, \dots, n$$

6. em seguida calculam-se:

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

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

7. fazer as comparações com os valores obtidos para $F_2(x_r)$ e $G_2(x_r)$. As alternativas que oferecerem menos lucros serão eliminadas, as demais serão testadas pela dominância estocástica de terceiro grau. No exemplo ilustrativo do QUADRO 5, ver a comparação ao nível de SSD);

8. em seguida calculam-se os valores de $F_3(x_r)$ e $G_3(x_r)$

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

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

9. comparam-se os resultados. As alternativas que oferecerem menos lucros serão eliminadas, as demais serão consideradas eficientes. No exemplo do QUADRO 5, pela comparação ao nível de TSD, a alternativa G foi eliminada, uma vez que $F_3(x_i) \leq G_3(x_i)$ para qualquer nível de TSD cumulativa.

QUADRO 5 - Aplicação dos Critérios de Dominância Estocástica. Exemplo Ilustrativo para Variável Discreta.

xi (Receita Líquida)	2	3	5	6	9	Comparação
frequências } f (xi)	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	
simples } g (xi)	0,2	0,3	0,0	0,5	0,0	
F ₁ (xi)	0	0,6	0,6	0,6	1,0	FSD
G ₁ (xi)	0,2	0,5	0,5	1,0	1,0	
Acréscimo Δ xi	-	1	2	1	3	
F ₂ (xi)		0	1,2	1,8	3,6	SSD
G ₂ (xi)	0	0,2	1,2	1,7	4,7	
F ₃ (xi)		0	1,2	2,7	10,8	TSD
G ₃ (xi)	0	0,1	1,5	2,95	12,55	

4.3. - Resultados e Discussão

4.3.1. - Dominância Estocástica

Com o objetivo de aplicar um critério de escolha para identificar entre algumas alternativas de produção de feijão de corda qual a que oferece melhores resultados, utilizou-se a dominância estocástica. As alternativas estudadas nesse trabalho já foram definidas no início do trabalho no capítulo I. Os cálculos necessários a aplicação dos critérios de dominância estocástica estão detalhados no apêndice C e no QUADRO D.1, de onde foram derivadas as FIGURAS 6, 7 e 8, suavizando-se os pontos de maneira subjetiva.

Os resultados gerais desse critério de escolha foram:

- . não foi possível separar nenhuma das alternativas estudadas através da dominância estocástica de primeiro grau, em virtude de que as alternativas se interceptam como pode ser visto na FIGURA 6,
- . utilizando-se a dominância estocástica de segundo grau também não foi possível eliminar nenhuma alternativa. Uma vez que todas se interceptam quando se considera baixos valores de receita líquida, todas podem ser consideradas eficientes pelo SSD (FIGURA 7),
- . com o emprego da dominância estocástica de terceiro grau foi possível eliminar a alternativa A_1 (feijão de corda isolado sem adubação); como pode ser visto na FIGURA 8, esta alternativa situou-se à esquerda das demais não apresentando nenhum cruzamento.

As demais alternativas são consideradas eficientes pelo TSD, uma vez que ainda se interceptam em baixos valores de receita líquida.

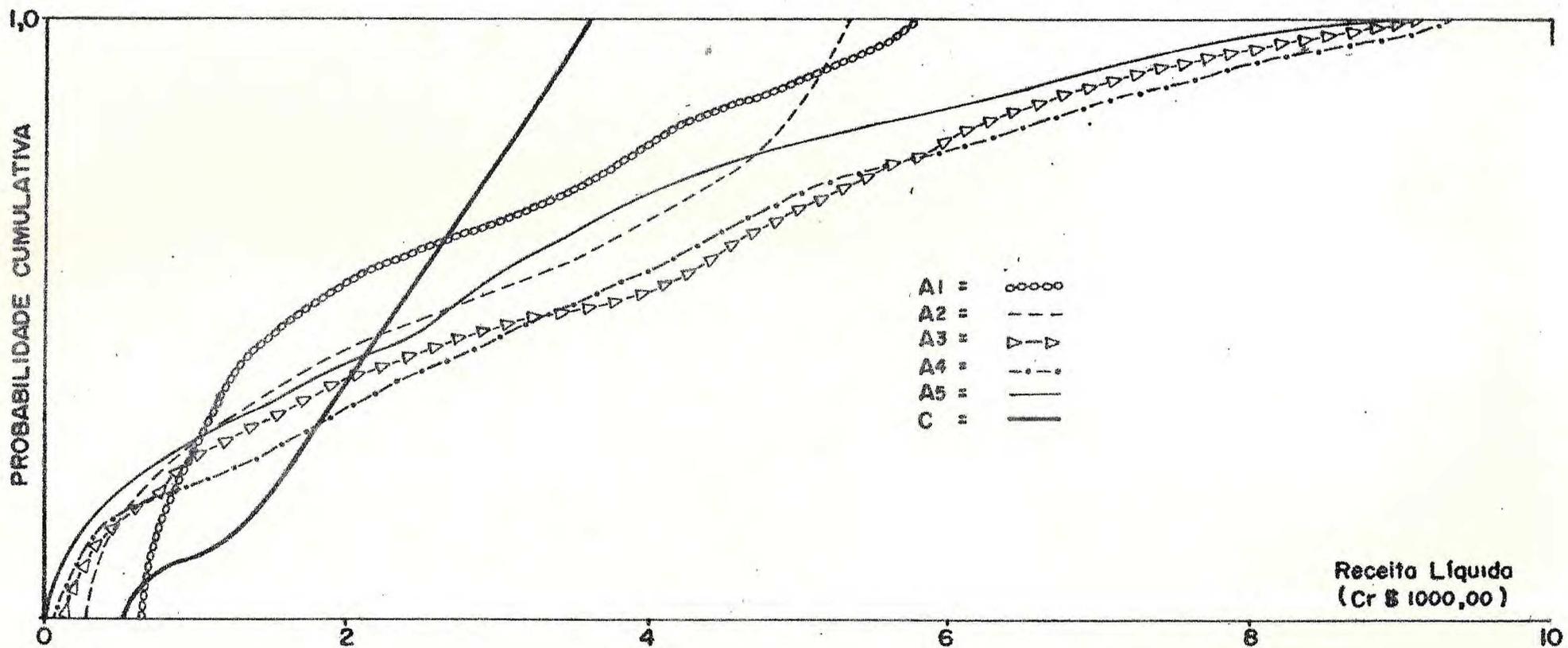
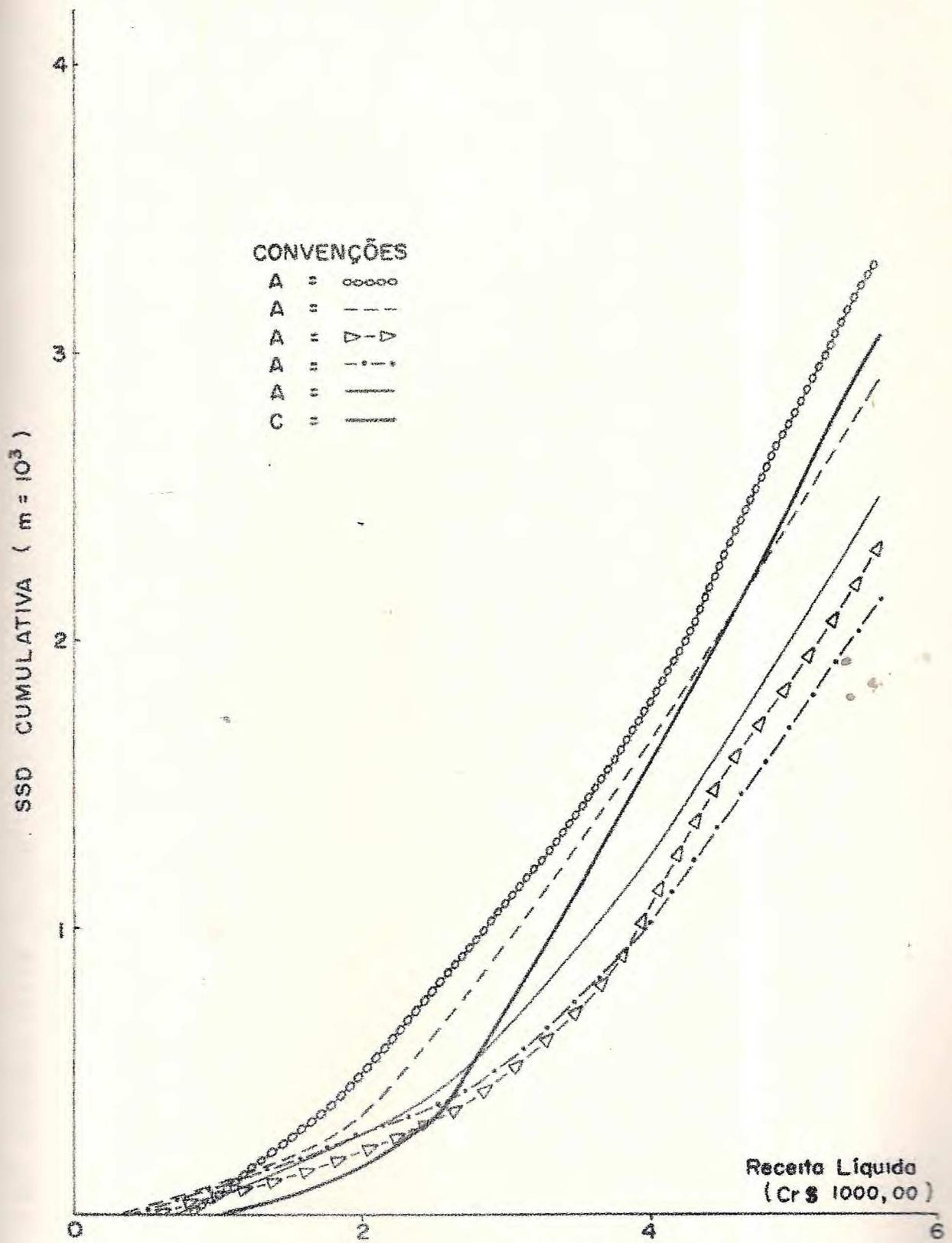


Figura 6 : FSD DARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS ANALISADAS



Figuro 7: SSD DA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS ANALISADAS

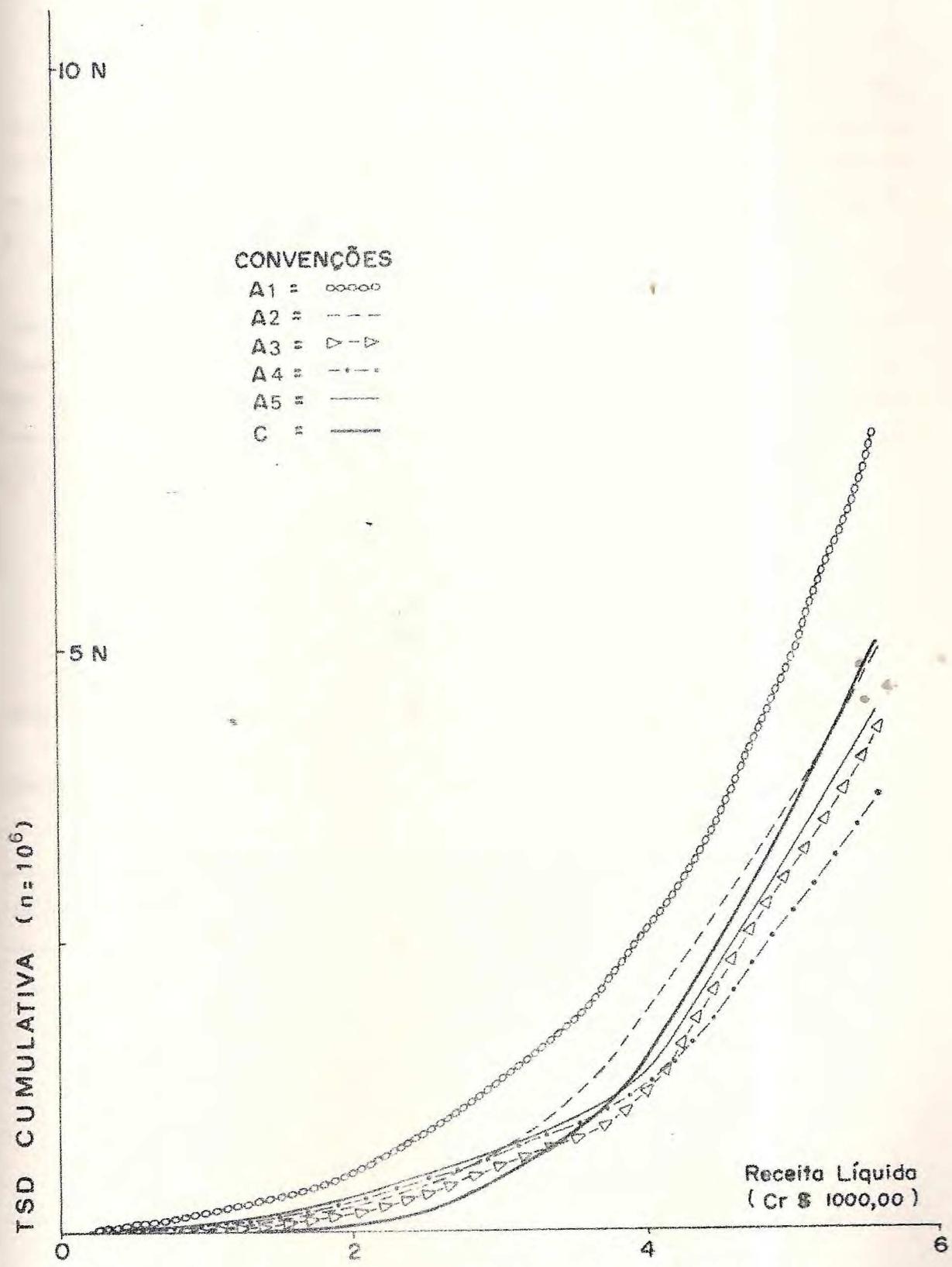


Figura 8 : TSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS ANALISADAS

Nota-se apesar do cruzamento que alternativas continuam apresentando, que o consórcio (alternativa C) parece ser a melhor alternativa para valores de receita líquida inferiores a Cr\$ 3.253,00. Para valores de receita líquida superiores a Cr\$ 3.253,00 as alternativas A₄ (90 kg de P₂O₅/ha) e A₃ (60 kg de P₂O₅/ha) parecem ser as mais eficientes.

Não foi possível identificar que alternativas seriam mais eficientes através dos critérios de dominância estocástica, pode-se apenas dizer que as alternativas A₄ e A₃ poderiam ser mais eficientes para valores de receita líquida acima de Cr\$ 3.263,00, e a alternativa C poderia ser mais eficiente para valores de receita líquida inferiores a esta quantidade.

4.3.2. - Funções de Utilidade

Para aplicar critérios de escolha utilizando funções de utilidade, é necessário apresentar a E (L) (média) e a V (L) (variância) de cada alternativa, estimadas no capítulo III (QUADRO 6).

QUADRO 6 - Média e Variância da Receita Líquida das Alternativas Analisadas, em Cr\$/ha.

ALTERNATIVAS	E (L)	V (L)	$[V (L)] \frac{1}{2}$
A ₁	2.007,00	1.514.793,00	1.231,00
A ₂	2.557,00	2.290.799,00	1.514,00
A ₃	3.322,00	5.642.452,00	2.375,00
A ₄	3.445,00	5.962.613,00	2.442,00
A ₅	2.982,00	5.792.538,00	2.407,00
C	2.205,00	796.213,00	892,00

(a) Função de Utilidade Linear

Os agricultores que possuem esse tipo de função de utilidade se interessam apenas pela maximização da receita líquida, sendo portanto indiferentes ao risco. Considerando esse tipo de função de utilidade, a alternativa A_4 é a preferida, uma vez que apresenta o maior valor para a receita líquida esperada (Cr\$ 3.445,00).

(b) Função de Utilidade Quadrática

O uso da função de utilidade proposta por DILLON e MESQUITA conduziu aos resultados apresentados no QUADRO 7, onde aparecem os valores de utilidade, decorrentes da variação do coeficiente ϕ . DILLON e MESQUITA estimaram a distribuição estatística do coeficiente ϕ , são utilizados alguns valores de ϕ estimados por esses autores.

QUADRO 7 - Valores de Utilidade, Decorrentes da Variação do Coeficiente de Risco ϕ .

$\phi = -0,5$ (pouca aversão)	$\phi = -1$ (aversão média)	$\phi = -1,5$ (extrema aversão)
$U_{A1} = 1.391$	$U_{A1} = 776$	$U_{A1} = 160$
$U_{A2} = 1.800$	$U_{A2} = 1.043$	$U_{A2} = 286$
$U_{A3} = 2.134$	$U_{A3} = 947$	$U_{A3} = -240$
$U_{A4} = 2.224$	$U_{A4} = 1.003$	$U_{A4} = -218$
$U_{A5} = 1.778$	$U_{A5} = 575$	$U_{A5} = -628$
$U_C = 1.759$	$U_C = 1.313$	$U_C = 867$

Por exemplo, no QUADRO 7 U_{A4} representa a utilidade da alternativa A_4 .

É desnecessário testar valores de $\phi > 0$ (ou seja, preferência por assumir risco), pois a alternativa preferida será sempre A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha).

Os resultados apresentados no QUADRO 7 mostram que:

Para valores de $\phi = -0,5$ (pouca aversão ao risco), a alternativa preferida continua sendo A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha).

Para valores de $\phi = -1$ (aversão média) e $\phi = -1,5$ (ou seja, extrema aversão) a alternativa C (consórcio) oferece os melhores resultados.

Todos os resultados encontrados com a utilização dos critérios de escolha serão empregados no capítulo VI para comparações dos resultados.

CAPÍTULO V

ANÁLISE DO IMPACTO DE DUAS POLÍTICAS AGRÍCOLAS

O propósito deste capítulo é verificar o impacto decorrente da introdução de duas políticas agrícolas:

- (a) subsídio de 40% do custo do adubo.
- (b) simulação de uma política de seguros.

Em 1975 o governo pôs em prática a política de subsidiar 40% do preço dos fertilizantes, tendo em vista que o aumento de produção com o uso de insumos modernos (no caso, o fertilizante), só seria possível com a diminuição dos custos de produção arcados pelo agricultor, uma vez que crises no mercado internacional conduziram a uma elevação acentuada nos preços.

Em anos anteriores algumas medidas governamentais foram introduzidas com o objetivo de incrementar a demanda de fertilizantes, tais como: taxa diferenciada de câmbio, isenção de imposto de importação e subsídio à indústria nacional de fertilizantes, paralelamente estabeleceu uma política de crédito para aquisição de fertilizante e subsídio ao custo de insumos modernos (12).

No que se refere à política de seguros agrícolas, existe em funcionamento o PROAGRO (Programa de Garantia da Atividade Agropecuária), iniciado em 1974. A adesão ao PROAGRO assegura ao produtor rural a cobertura de até 80% do valor dos financiamentos de custeio e ou investimentos, contratados com instituições financeiras autorizadas a operar com crédito rural. No momento de preenchimento da proposta de financiamento, o produtor deverá manifestar-se expressamente se deseja ou não se valer dos benefícios do PROAGRO (26).

Esses benefícios só serão concedidos quando o pagamento das obrigações financeiras assumidas vier a ser comprovadamente dificultado pela ocorrência extraordinária de fenômenos naturais (chuvas excessivas, geadas, secas, granizos, ventos friso, etc), pragas e doenças que prejudi

quem rebanhos e plantações de modo a comprometer, total ou parcialmente, os rendimentos previstos para a liquidação do referido compromisso financeiro (26).

Nesse trabalho não se tentará verificar os efeitos do PROAGRO. Será feita a simulação de uma política de assegurar uma produção agrícola mínima, para os agricultores que adotarem o emprego de insumos modernos (no caso, adubação).

Serão testados apenas as alternativas A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha), A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) e C (Consórcio), uma vez que os resultados do emprego da dominância estocástica sugeriram estas três alternativas como as mais eficientes, e que, o uso de funções de utilidade mostrou que as alternativas A_4 e C apresentaram os melhores resultados. Mais uma justificativa para a inclusão da alternativa A_3 , está no fato de que especialistas em feijão de corda do Departamento de Fitotecnia da UFC, sugerem o uso de 60 kg de P_2O_5 /ha justificando que o incremento na produção devido ao emprego de doses mais elevadas, não seria significativo.

Para verificar o impacto na redução do risco decorrente da introdução dessas duas políticas, serão empregados os mesmos critérios de escolha utilizados para identificar as melhores alternativas de tecnologia: os critérios de dominância estocástica e de funções de utilidade.

5.1. - Política de Subsídios

Com o objetivo de verificar o impacto da política de subsídio de 40% ao custo do adubo, será feita a comparação entre duas alternativas de adubação ($A_3 = 60$ kg de P_2O_5 /ha) e ($A_4 = 90$ kg de P_2O_5 /ha) e o consórcio tradicional.

Em primeiro lugar serão estimados os momentos (média e variância) da receita líquida dessas três alternativas, pelo método tradicional e pela função de distribuição cumulativa. Em seguida, serão aplicados os critérios de escolha que são: as funções de utilidade e a dominância estocástica.

5.1.1. - Estimação dos Momentos

Os passos necessários a estimação dos momentos da receita líquida das três alternativas são:

- (a) cálculos de custos incluindo o subsídio de 40% ao adubo,
- (b) derivação da receita líquida e dos fractis,
- (c) estimação dos momentos.

Os custos apresentaram uma redução em virtude do custo do adubo ter sido diminuindo em 40%, decorrente da política governamental de subsídio a este insumo. Os valores de custo das duas alternativas de adubação estão nos QUADROS 8 e 9. Para a alternativa consórcio, os valores de custo são os mesmos apresentados no apêndice B, uma vez que esta alternativa não teve redução nos custos por não empregar adubação.

Com base nesses novos valores de custo, calculou-se a receita líquida para as alternativas de adubação, os valores encontram-se nos QUADROS 8 e 9. O consórcio apresentou os mesmos valores de receita líquida que estão no apêndice C, não sendo necessário repeti-los.

Detalhes sobre a estimação dos momentos, através da maneira convencional de calcular a média aritmética e a variância, estão nos QUADROS 8 e 9, a média e a variância do consórcio estão no apêndice C, o QUADRO 11 apresenta um resumo dessas estimativas.

Para a estimação da média e da variância através da função de distribuição cumulativa, foi necessário calcular os fractis que estão apresentados no QUADRO 10 para as alternativas A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) e A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha). Os fractis para o consórcio estão no apêndice C. Com base nesses fractis foram estimadas as funções de distribuições cumulativas (FDC) de maneira subjetiva. De posse dessas funções que estão apresentadas na FIGURA 9a, foi possível calcular a média e a variância da receita líquida das três alternativas, os valores desses momentos estão no QUADRO 11.

QUADRO 8 - Receita Líquida para o Feijão de Corda Adubado Considerando Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.

Ação A ₃ = 60 kg/ha					
ANOS	Rendimentos	Preços	Receita Bruta	Custos	Receita Líquida
1969	530	4,58	2.427,40	2.058,20	369,00
1970	1.009		4.621,22		2.563,00
1971	1.713		7.845,54		5.787,00
1972	1.082		4.955,56		2.897,00
1973	1.240		5.679,20		3.621,00
1974	1.182		5.413,56		3.355,00
Média					3.099,00
Variância					3.069.023,00

QUADRO 9 - Receita Líquida para o Feijão de Corda Adubado Considerando Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.

Ação A ₄ = 90 kg/ha					
ANOS	Rendimentos	Preços	Receita Bruta	Custos	Receita Líquida
1969	538	4,58	2.464,04	2.134,70	329,00
1970	1.076		4.928,08		2.793,00
1971	1.786		8.179,88		6.045,00
1972	1.087		4.978,46		2.844,00
1973	1.374		6.292,92		4.158,00
1974	1.223		5.601,34		3.467,00
Média					3.273,00
Variância					3.517.102,00

QUADRO 10 - Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Feijão de Corda Adubado, Considerando o Subsídio de 40% para o Custo do Adubo.

Ação A ₃ : P ₂ O ₅ = 60 kg/ha			Ação A ₄ : P ₂ O ₅ = 90 kg/ha		
Valor	k	k/n+1	Valor	k	k/n+1
232,00		0,0	155,00		0,0
369,00	1	0,14	329,00	1	0,14
2.563,00	2	0,29	2.793,00	2	0,29
2.897,00	3	0,43	2.844,00	3	0,43
3.355,00	4	0,57	3.467,00	4	0,57
3.621,00	5	0,71	4.158,00	5	0,71
5.787,00	6	0,86	6.045,00	6	0,86
9.392,00		1,00	9.315,00		1,00

QUADRO 11 - Estimativas da Média e Variância, Considerando o Subsídio de 40% ao Custo do Adubo, em Cr\$/ha.

ALTERNATIVAS	Método Convencional		Método FDC	
	E (L)	V (L)	E (L)	V (L)
A ₃	3.099,00	3.069.023,00	3.416,00	5.686.391,00
A ₄	3.273,00	3.517.102,00	3.426,00	5.526.116,00
C	2.245,00	719.397,00	2.205,00	796.213,00

Para prosseguimento ao trabalho serão empregados os momentos obtidos através da função de distribuição cumulativa (FDC), uma vez que apresenta estimativas mais realistas por incorporar opiniões de especialistas sobre a distribuição de rendimentos. Nota-se também consistência dos resultados com o caso anterior, o método FDC dá valores maiores para a variância do que pelo método convencional.

5.1.2. - Aplicação dos Critérios de Escolha

Os momentos necessários à aplicação das funções de utilidade calculados na etapa anterior, estão no QUADRO 12.

QUADRO 12 - Média e Variância das Alternativas Analisadas Considerando a Introdução da Política de Subsídios.

ALTERNATIVAS	E (L)	V (L)	$[V (L)] \frac{1}{2}$
A ₃	3.416,00	5.686.391,00	2.385,00
A ₄	3.426,00	5.526.116,00	2.351,00
C	2.205,00	796.213,00	892,00

Utilizando, uma função utilidade linear a alternativa preferida foi A₄, pois foi a que apresentou maior valor de receita líquida esperada.

Foi também empregada a função de utilidade quadrática estimada por DILLON e MESQUITA (9) cuja forma é:

$$U = E (L) + \phi [V (L)] \frac{1}{2}$$

O QUADRO 13 apresenta as utilidades obtidas com a aplicação dessa função, considerando diferentes valores para o coeficiente ϕ . Estes resultados serão discutidos mais adiante neste capítulo.

QUADRO 13 - Diferentes Valores de Utilidade Decorrente da Variação do Coeficiente de Risco ϕ .

$\phi = -0,5$ (pouca aversão)	$\phi = -1$ (aversão média)	$\phi = -1,5$ (extrema aversão)
U _{A3} = 2.223,00	U _{A3} = 1.031,00	U _{A3} = -161,00
U _{A4} = 2.250,00	U _{A4} = 1.075,00	U _{A4} = -100,00
U _C = 1.759,00	U _C = 1.313,00	U _C = 867,00

Utilizou-se a dominância estocástica de primeiro, segundo e terceiro grau. Os cálculos necessários à aplicação desses critérios estão apresentados no QUADRO 10, no apêndice C e no QUADRO D.2 (apêndice D), de onde foi derivada a FIGURA 9.

5.1.3. - Discussão de Resultados

Empregando as funções de utilidade para a política de subsídio ao adubo tem-se os seguintes resultados:

- . A alternativa A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) foi a preferida quando se usa a função de utilidade linear, pois foi a alternativa que apresentou a máxima utilidade,
- . Para $\phi = -0,5$ (ou seja, pouca aversão ao risco) a alternativa A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) continua sendo a melhor,
- . Para valores de $\phi = -1$ (aversão média) e $\phi = -1,5$ (ou seja, extrema aversão) o consórcio foi a alternativa preferida.

Utilizando os critérios de dominância estocástica os resultados foram:

Não foi possível eliminar nenhuma das alternativas estudadas incluindo o subsídio, pelo primeiro grau de dominância estocástica. Pelo segundo grau de dominância estocástica a alternativa A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) foi eliminada. As alternativas A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) e C (Consórcio) que haviam permanecido, foram testadas pelo terceiro grau de dominância estocástica, mas nenhuma pode ser eliminada. Para valores médios e baixos de receita líquida permaneceu a alternativa consórcio (até uma receita líquida de Cr\$ 2.800,00). Para valores mais elevados a alternativa A_4 se mostrou mais eficiente.

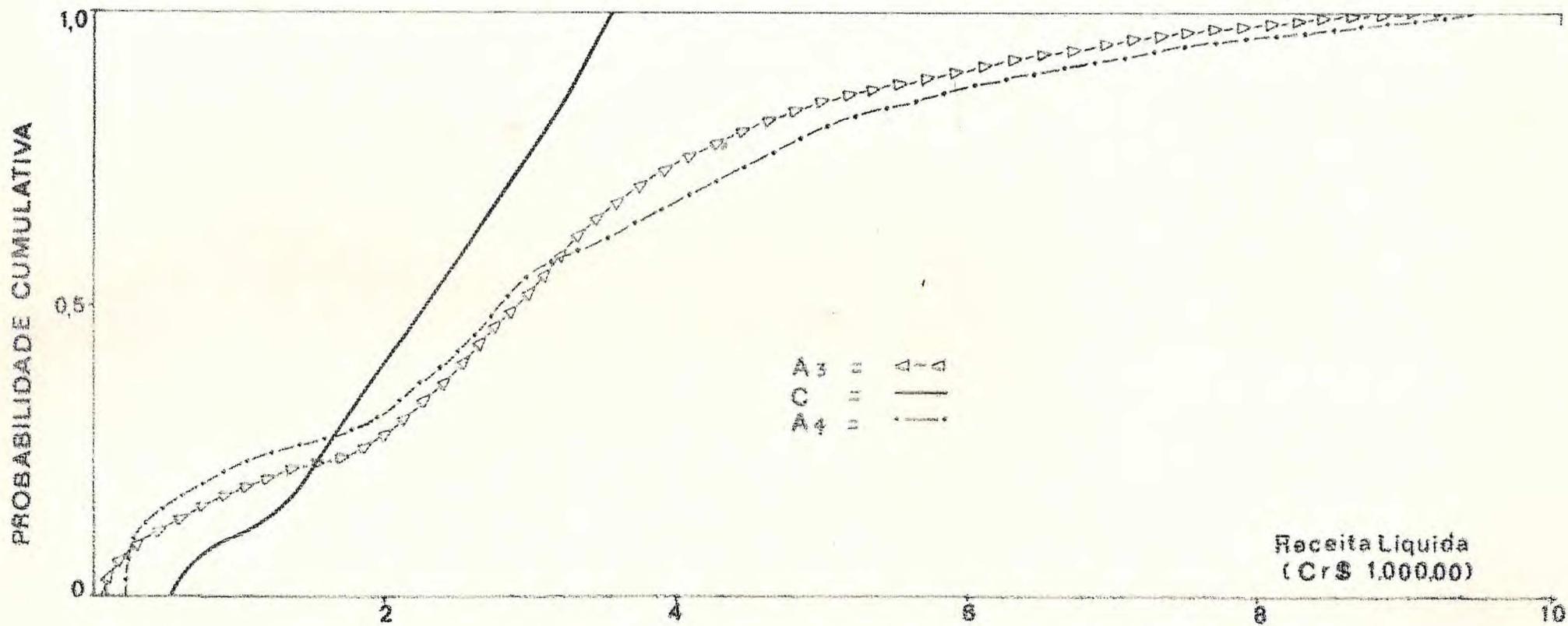


Figura 9a: FSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SUBSÍDIOS (= FDC)

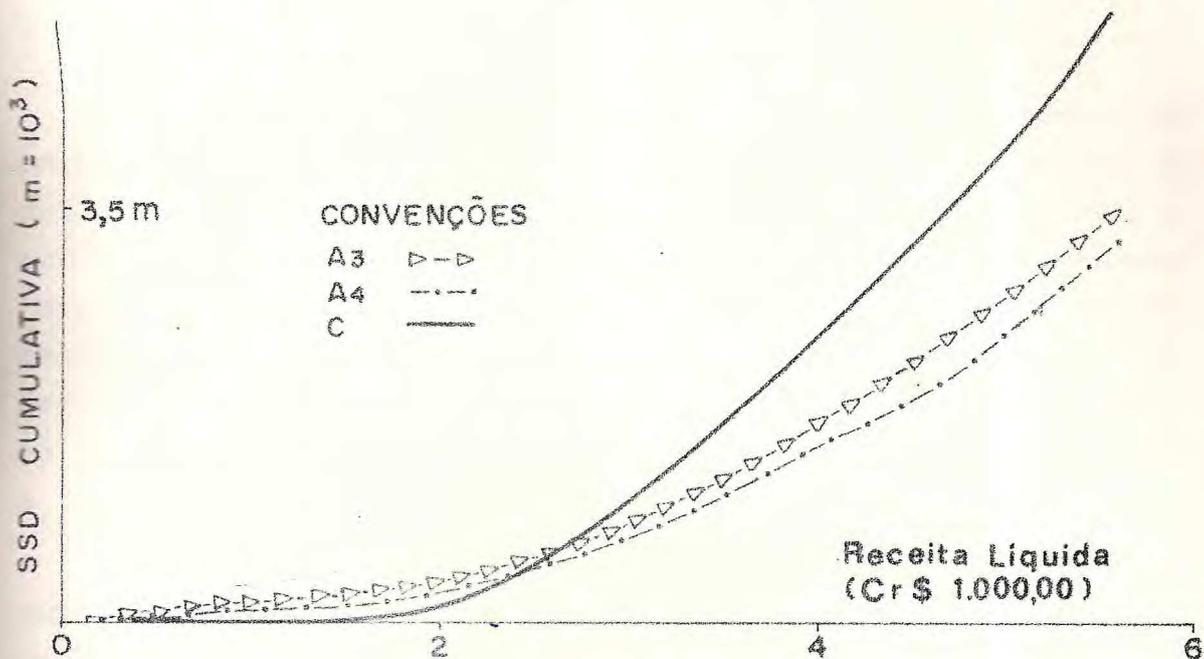


Figura 9b: SSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SUBSÍDIOS

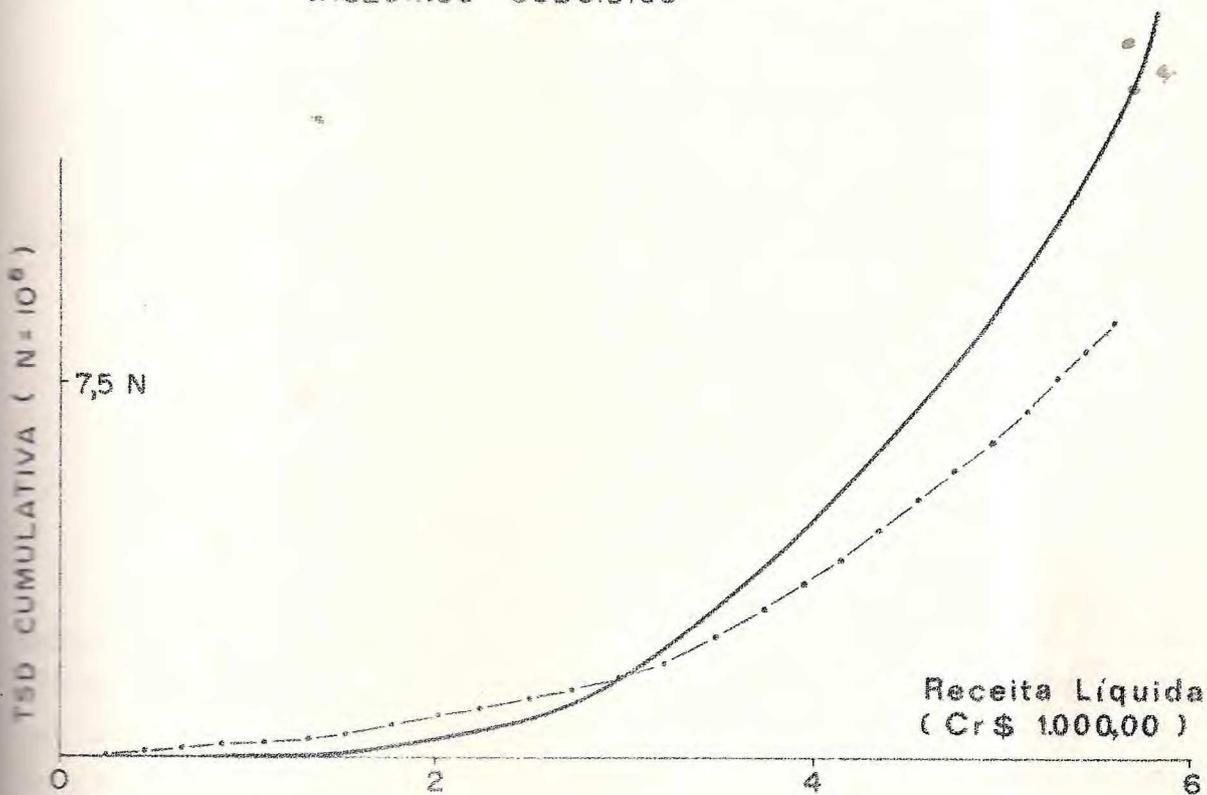


Figura 9c: TSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SUBSÍDIOS

5.2. - Política de Seguro Agrícola

A introdução dessa política simulada objetiva assegurar uma produção mínima de 720 kg/ha que corresponde a 62,5% dos rendimentos médios obtidos com as alternativas A_3 e A_4 no período analisado. Para os agricultores que adotassem a adubação e que não obtivessem 720 kg/ha, esse rendimento estaria assegurado uma vez que as condições fossem adversas devido a seca, enchentes, ventos fortes, ataque de pragas e doenças, etc. Essa política beneficiaria apenas os agricultores que empregassem adubação, por isso será feita a comparação entre as alternativas de adubação A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) e A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) e o consórcio tradicional.

Em primeiro lugar, serão estimados os momentos (média e variância) da receita líquida dessas três alternativas, pelo método tradicional de calcular a média aritmética e a variância, e pela função de distribuição cumulativa. As comparações entre as alternativas serão feitas através dos critérios de dominância estocástica e funções de utilidade.

5.2.1. - Estimação dos Momentos

Os passos necessários a estimação dos momentos da receita líquida das três alternativas são:

- (a) para os anos em que a produção não atingir o rendimento de 720 kg/ha com as alternativas de adubação, substituir o rendimento obtido por 720 kg/ha,
- (b) derivação da receita líquida e dos fractis,
- (c) estimação dos momentos.

Com base nos rendimentos que se encontram no apêndice C, com exceção do ano de 1969 em que foi incluído o rendimento assegurado de 720 kg/ha, e considerando os custos apresentados no apêndice B foi possível calcular a receita líquida das duas alternativas que incluem adubação. Para o consórcio não houve modificação uma vez que esta alternativa não utiliza adubo, os valores de receita líquida estão no apêndice C.

Os momentos (média e variância) estimados pela maneira convencional estão nos QUADROS 14 e 15, para o consórcio estão apresentados no apêndice C. Esses momentos podem ser vistos no QUADRO 17.

Para a estimação da média e da variância através da função de distribuição cumulativa, foi necessário calcular os fractis que se encontram no QUADRO 16, referentes as alternativas A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) e A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha). Os fractis para o consórcio estão no apêndice C. Com base nesses fractis foram estimadas as funções de distribuição cumulativa (FDC) de maneira subjetiva. Empregando essas funções que estão apresentadas na FIGURA 10a, foi possível calcular a média e a variância da receita líquida das três alternativas, os valores desses momentos estão no QUADRO 17.

QUADRO 14 - Receita Líquida do Feijão Isolado com Adubação, Considerando Política de Seguro Agrícola (1).

Alternativa A_3 : 60 kg de P_2O_5 /ha					
ANOS	Rendimentos	Preços	Receita Bruta	Custos	Receita Líquida
1969	720	4,58	3.297,60	2.160,20	1.137,00
1970	1.009		4.621,22		2.461,00
1971	1.713		7.845,54		5.685,00
1972	1.082		4.955,56		2.795,00
1973	1.240		5.679,20		3.519,00
1974	1.182		5.413,56		3.253,00
Média					3.142,00
Variância					2.245.084,00

(1) Simulação de uma Política de Seguro Agrícola contra risco, assegurando uma produção mínima de 720 kg/ha.

QUADRO 15 - Receita Líquida do Feijão de Corda Isolado com Adubação Considerando Política de Seguro Agrícola (1).

Alternativa A ₄ : 90 kg de P ₂ O ₅ /ha					
ANOS	Rendimentos	Preços	Receita Bruta	Custos	Receita Líquida
1969	720	4,58	3.297,60	2.287,70	1.010,00
1970	1.076		4.928,08		2.640,00
1971	1.786		8.179,88		5.892,00
1972	1.087		4.978,46		2.691,00
1973	1.374		6.292,92		4.005,00
1974	1.223		5.601,34		3.314,00
Média					3.259,00
Variância					2.651.501,00

(1) Simulação de uma Política de Seguro Agrícola contra Risco, assegurando uma produção mínima de 720 kg/ha.

QUADRO 16 - Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Feijão Isolado com Adubação, considerando Política de Seguro Agrícola Simulada.

Ação A ₃			Ação A ₃		
Valor	k	k/n+1	Valor	k	k/n+1
1.137,40		0,0	1.009,90		0,0
1.137,40	1	0,14	1.009,90	1	0,14
2.461,02	2	0,29	2.640,38	2	0,29
2.795,36	3	0,43	2.690,76	3	0,43
3.253,36	4	0,57	3.313,64	4	0,57
3.519,00	5	0,71	4.005,22	5	0,71
5.685,34	6	0,86	5.892,18	6	0,86
9.289,80		1,00	9.162,30		1,00

QUADRO 17 - Estimativas da Média e Variância, Considerando uma Política de Seguro Agrícola, em Cr\$/ha.

ALTERNATIVAS	Método Convencional		Método FDC	
	E (L)	V (L)	E (L)	V (L)
A ₃	3.142,00	2.245.085,00	3.610,00	5.132.665,00
A ₄	3.259,00	2.651.501,00	3.683,00	4.625.809,00
C	2.245,00	719.397,00	2.205,00	796.213,00

Na etapa posterior do trabalho serão empregados os momentos obtidos através da função de distribuição cumulativa, a justificativa para isso já foi mencionada na política de subsídios. Nesse caso os resultados também são consistentes com aqueles obtidos no capítulo IV, o método FDC oferece valores de variância mais elevados do que pelo método convencional.

5.2.2. - Aplicação dos Critérios de Escolha

O QUADRO 18 apresenta os momentos necessários à aplicação das funções de utilidade, obtidos na etapa anterior.

QUADRO 18 - Média e Variância das Alternativas Analisadas com a Introdução de uma Política de Seguro Agrícola, em Cr\$/ha.

ALTERNATIVAS	E (L)	V (L)	$[V (L)] \frac{1}{2}$
A ₃	3.610,00	5.132.665,00	2.266,00
A ₄	3.683,00	4.625.809,00	2.151,00
C	2.205,00	796.213,00	892,00

Utilizando uma função de utilidade linear a alternativa preferida é A₄, pois foi a que apresentou maior valor de receita líquida esperada.

Foi também empregada a função de utilidade quadrática estimada por DILLON e MESQUITA (9) cuja forma é:

$$U = E(L) + \phi [V(L)] \frac{1}{2}$$

O QUADRO 19 apresenta as utilidades obtidas com o emprego dessa função, considerando diferentes valores para o coeficiente ϕ .

QUADRO 19 - Diferentes Valores de Utilidade Decorrente da Variação do Coeficiente de Risco ϕ .

$\phi = -0,5$ (pouca aversão)	$\phi = -1$ (aversão média)	$\phi = -1,5$ (extrema aversão)
$U_{A3} = 2.477$	$U_{A3} = 1.344$	$U_{A3} = 211$
$U_{A4} = 2.607$	$U_{A4} = 1.532$	$U_{A4} = 456$
$U_C = 1.759$	$U_C = 1.313$	$U_C = 867$

Foi empregada a dominância estocástica de primeiro, segundo e terceiro grau. Os cálculos necessários a utilização desses critérios estão no QUADRO 16, no apêndice C e no QUADRO D.3 (apêndice D), de onde foi derivada a FIGURA 10.

5.2.3. - Discussão de Resultados

Aplicando-se os critérios de dominância estocástica com inclusão de uma política de seguros a uma produção mínima de 720 kg/ha para as alternativas de produção com adubação, comparou-se as três alternativas A_4 , A_3 e C. Os resultados foram:

Pela dominância estocástica de primeiro grau a alternativa consórcio foi eliminada, permanecendo A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) e A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha). A dominância estocástica de segundo grau não eliminou nenhuma das alternativas. Entre as alternativas A_3 (60 kg de P_2O_5 /ha) e A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha) houve uma intercepção para valores de renda abaixo de Cr\$ 1.137,00, pela dominância estocástica de terceiro grau, portanto as duas são consideradas eficientes.

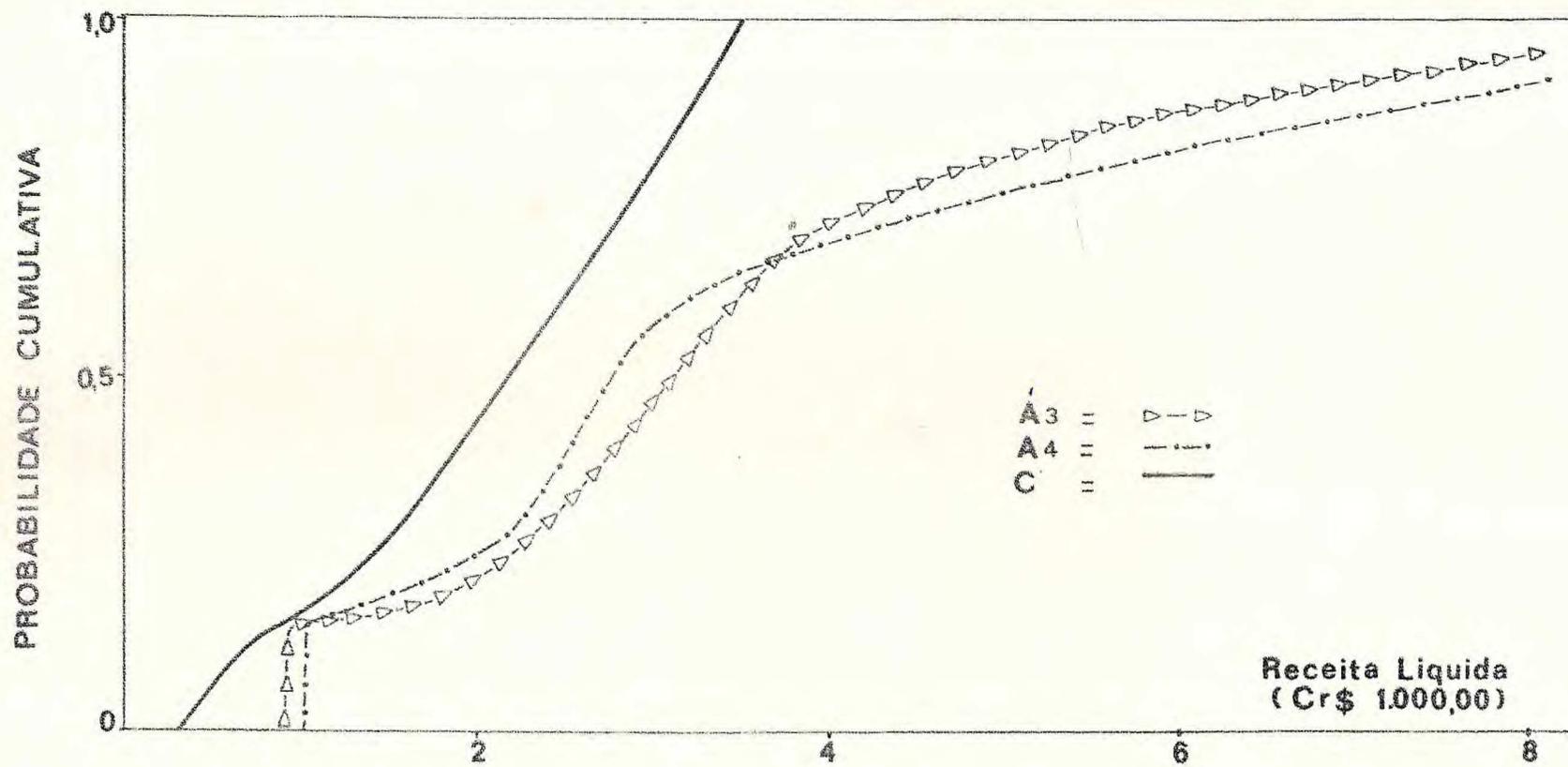


Figura 10a: FSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SEGURO (= FDC)

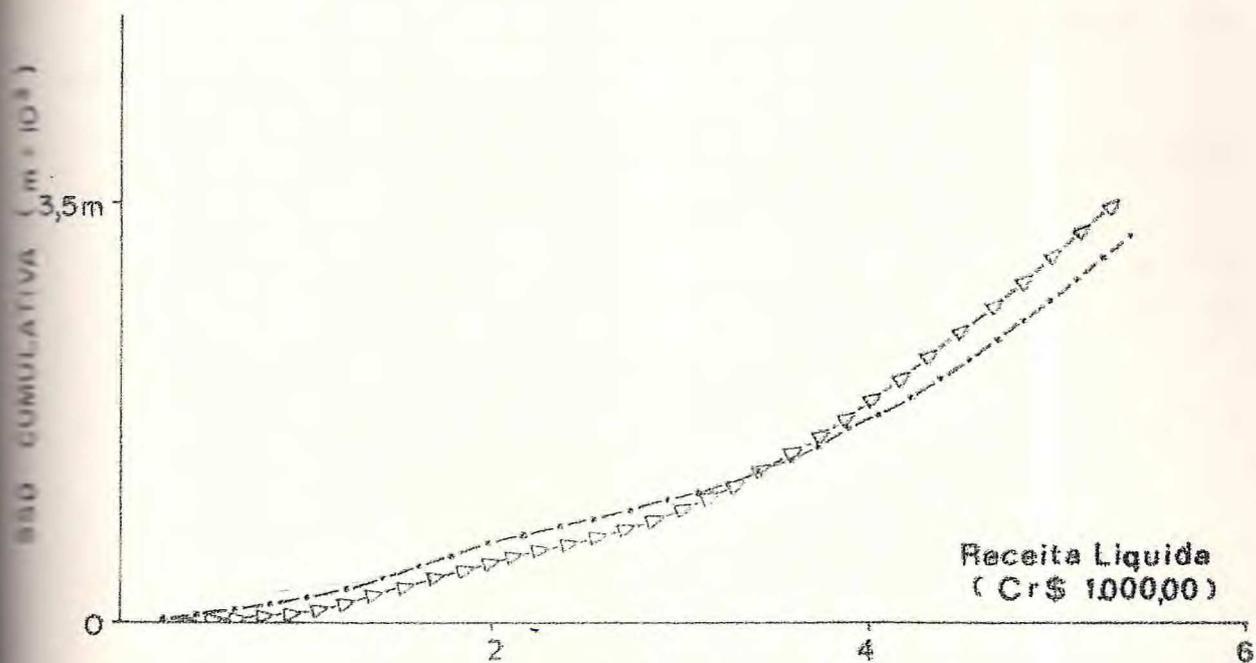


Figura 10 b : SSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SEGUROS

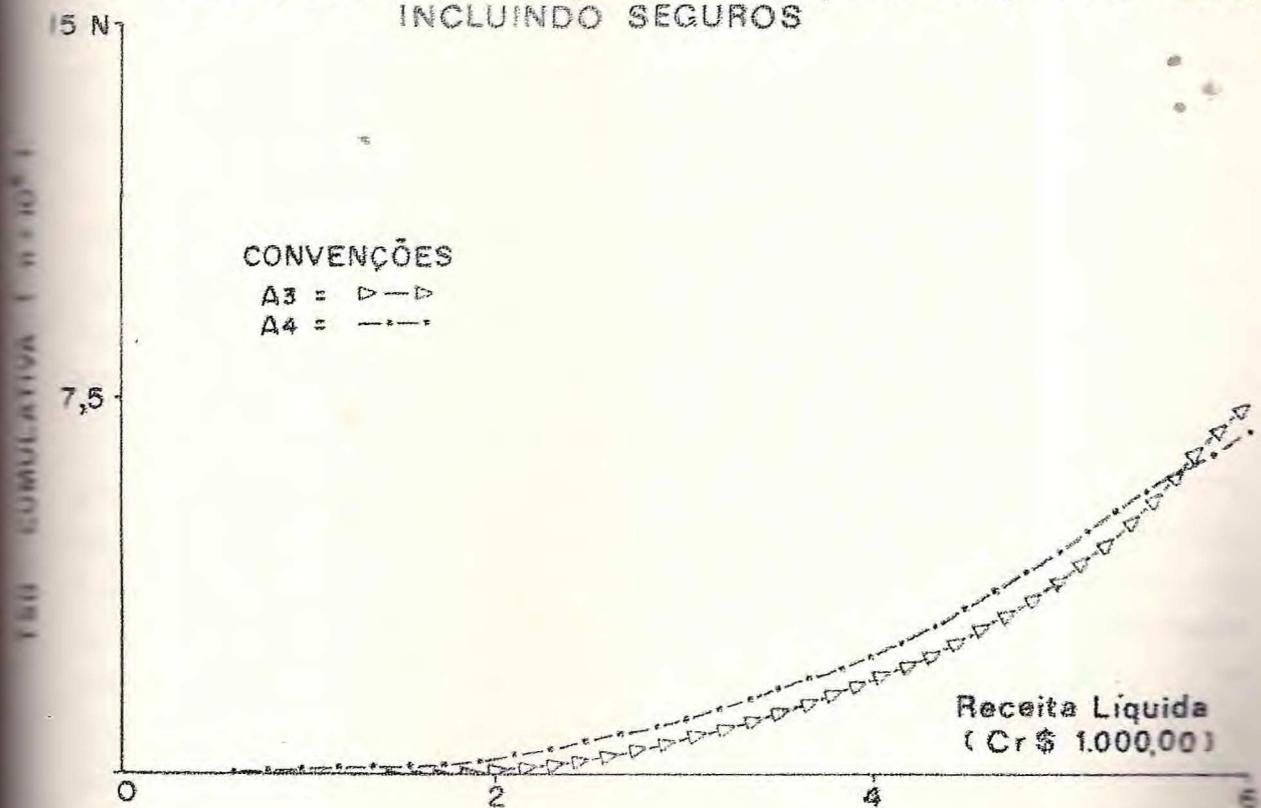


Figura 10 c : TSD PARA RECEITA LÍQUIDA DAS ALTERNATIVAS INCLUINDO SEGUROS

Com o emprego de duas funções de utilidade para analisar uma política de seguros os resultados foram:

- . quando se usa a função de utilidade linear a alternativa preferida é A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha),
- . para $\phi = -0,5$ (ou seja, pouca aversão ao risco), e $\phi = -1$ (aversão média), a alternativa preferida ainda é A_4 (90 kg de P_2O_5 /ha),
- . quando $\phi = -1,5$ (extrema aversão ao risco) a alternativa C (Consórcio) é a preferida pelos agricultores.

5.3. - Comparação de Resultados

A aplicação dos critérios de dominância estocástica na política de subsídios possibilitou eliminar a alternativa A_3 pela dominância estocástica de segundo grau. Como as alternativas A_4 e C continuam depois de utilizada a dominância estocástica de terceiro grau, ambas são consideradas eficientes.

O emprego das funções de utilidade como critério de escolha para alternativas comparadas incluindo subsídios, mostraram que para os agricultores indiferentes ao risco a alternativa A_4 foi a mais eficiente. Os aversos ao risco preferiram as alternativas A_4 e C, e os extremamente aversos ao risco continuaram com a alternativa C.

Pelos critérios de dominância estocástica, pode-se concluir que introduzindo uma política de assegurar uma quantidade mínima de produção, os agricultores estariam dispostos a abandonar sua prática tradicional de consorciar e adotar nova tecnologia (adubação), como pode ser visto pela dominância das alternativas A_4 e A_3 . Mais uma vez os resultados apresentam-se coerentes com o trabalho de DILLON e SCANDIZZO (10), no qual um dos resultados foi que no caso de subsistência assegurada, um número significativo de agricultores pareciam estar ansiosos de aceitar risco.

A aplicação das funções de utilidade nas alternativas analisadas com introdução da política de seguros, mostrou que quando os agricultores são indiferentes ao risco, vão escolher a alternativa A_4 que proporcionou maiores valores de receita líquida ($\phi = 0$).

Se são aversos ao risco a alternativa A_4 é a que apresenta melhores resultados ($\phi = -1$). Sendo os agricultores extremamente aversos ao risco, a alternativa C é a mais eficiente ($\phi = -1,5$).

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1. - Conclusões

Este estudo pretendeu comparar metodologias e avaliar algumas alternativas melhores de nova tecnologia, considerando lucro e o risco de obter esse lucro. Especificamente os objetivos foram:

- (a) Desenvolver um enfoque conceitual e metodológico, que procure mostrar como enfrentar o problema do risco na tomada de decisão em nova tecnologia para a produção de feijão de corda,
- (b) Comparar dois métodos de estimação da média e da variância da receita líquida, de algumas alternativas de tecnologia para produção de feijão de corda, quando se tem poucos dados históricos referentes a experimentos, nos quais foi empregada nova tecnologia,
- (c) Empregar e comparar funções de utilidade e dominância estocástica como critérios de escolha, que permitam incorporar risco na análise de resultados do uso de alternativas de nova tecnologia para produção de feijão de corda,
- (d) Utilizar os mesmos critérios de escolha para avaliar o impacto na receita líquida, resultante da introdução de duas políticas, que podem influir no risco de adoção de algumas alternativas de tecnologia para produção de feijão de corda. Especificamente, avaliar o impacto da política de subsídios e de uma política de seguro agrícola simulada.

Os resultados permitiram chegar as conclusões que serão apresentadas a seguir.

Com relação ao primeiro objetivo visto no capítulo II, conclui-se que os agricultores são geralmente mais influenciados, em suas decisões, por aspectos das distribuições dos lucros que consideram sua variabilidade, do que por aqueles que levam em conta apenas os níveis médios desses lucros. Como os agricultores preocupam-se com o risco ao tomarem suas decisões, principalmente em relação a nova tecnologia, considerem-se duas observações importantes:

- (a) como os agricultores não só observam os resultados médios obtidos com o uso das diferentes alternativas, como levam em conta também o risco de obter essas médias, pesquisa, extensão e nova tecnologia serão mais efetivas e terão mais êxito se for considerada a variável risco,
- (b) empregando a teoria da decisão através das funções de utilidade, é possível escolher alternativas menos arriscadas, mas ao mesmo tempo é quase impossível estimar as atitudes individuais (ou seja, as funções de utilidade), de todos os agricultores com relação ao risco.

Uma outra forma de incorporar risco é utilizar os critérios de dominância estocástica, uma vez que seus princípios permitem ordenações de alternativas de tecnologia fazendo suposições gerais sobre as atitudes dos agricultores diante do risco.

Pelo segundo objetivo tem-se que um dos maiores problemas para incorporar risco na análise de nova tecnologia é obter dados de respostas do uso de tecnologias durante uma série temporal. Os resultados obtidos no capítulo III através dos dois métodos empregados para estimar os momentos quando se tem poucos dados de resposta para feijão de cordão, mostram que a média e a variância estimadas através da função de distribuição cumulativa (FDC) possuem sempre maiores valores do que quando são estimadas pelo método convencional.

Isso então mostra que o método da FDC dá mais ênfase ao aspecto do risco. Porém, devido a que relativamente poucos estudos tem sido feitos utilizando esta técnica, não se sabe se este método sempre tem essas características. Portanto, é necessário que se façam mais pesquisas no Brasil utilizando este método, uma vez que é muito importante considerar risco em pesquisas, e por outro lado é muito difícil existirem, em disponibilidade, dados históricos referentes a resultados de pesquisas de vários anos.

É importante acrescentar que apesar de não ter sido mencionado anteriormente, pretendia-se utilizar neste trabalho mais um método para estimar a média e a variância. Isso envolveria o conhecimento das relações existentes entre os rendimentos de feijão de corda e as precipitações, para se determinar as probabilidades de ocorrência de anos bons, normais e maus para a produção de feijão. Infelizmente, esse método não pode ser aplicado no presente caso, em virtude da impossibilidade de se obter essas informações.

Com referência ao objetivo número três, o QUADRO 20 apresenta um resumo dos resultados da aplicação dos critérios de escolha. Nesse QUADRO consta também um resumo da distribuição de frequência do coeficiente ϕ , estimada por DILLON e SCANDIZZO (10). Para maior esclarecimento é interessante lembrar as alternativas analisadas:

- A_1 = feijão de corda isolado sem adubação
- A_2 = 30 kg de P_2O_5 /ha (feijão de corda isolado)
- A_3 = 60 kg de P_2O_5 /ha (feijão de corda isolado)
- A_4 = 90 kg de P_2O_5 /ha (feijão de corda isolado)
- A_5 = 120 kg de P_2O_5 /ha (feijão de corda isolado)
- C = Consórcio algodão + milho + feijão de corda

Com o emprego das funções de utilidade como critério de escolha, os resultados mostram que as melhores alternativas são C e A_4 . Tanto para os agricultores que preferem assumir risco como para os indiferentes, a alternativa preferida sempre é A_4 . Para os agricultores aversos ao risco a alternativa escolhida é sempre C, com exceção de quando se emprega a política de seguros que mostra A_4 como a preferida por esse grupo de agricultores. No caso de extrema aversão ao risco a alternativa escolhida é sempre o consórcio. Esses resultados apresentam consistência com os obtidos por DILLON e SCANDIZZO (10), que encontraram um grupo de agricultores (aproximadamente 23%) com extrema aversão ao risco, não importando se a subsistência estaria ou não assegurada (QUADRO 20).

O emprego da dominância estocástica como critério de escolha, não possibilitou identificar a alternativa mais eficiente, uma vez que, até mesmo para a dominância estocástica de terceiro grau, as alternativas ainda permanecem, com exceção da alternativa A_1 que foi eliminada (FIGURAS 6, 7 e 8). Por esse critério de escolha pode-se apenas identificar um conjunto de alternativas eficientes.

Uma explicação ao fato de dominância estocástica não ter identificado as alternativas mais eficientes pode ser dado por ANDERSON (3). Segundo este autor há um preço a pagar quando se generaliza sem fazer restrições num critério de escolha. De modo geral na dominância estocástica esse preço significa a ênfase importante colocada nas extremidades das distribuições comparadas. Uma revisão dos critérios mostra que uma condição necessária para FSD, SSD e TSD é que o limite mais baixo de uma distribuição dominante não seja menor que de uma distribuição dominada. Como um assunto empírico, isso coloca ênfase excessiva na estimação de (baixos) valores extremos de quantidades incertas.

QUADRO 20 - Resumo dos Resultados Obtidos com Aplicação dos Critérios de Escolha.

Distribuição de Frequência de ϕ ^{1/}				Critérios	Tecnologias Escolhidas ^{2/}		
ϕ Valor	Subsistência Assegurada	Com Risco de Subsistência			Sem Políticas	Com Subsídio ao Adubo	Com Seguro
	Propriet. e Parceiros	Propriet.(%)	Parceiros(%)				
	-	-	-	FU (linear)	A ₄	A ₄	A ₄
0	27,3	-	13,2	FU ² ($\phi > 0$)	A ₄	A ₄	A ₄
= -0,5	29,3	9,0	15,6	FU ² ($\phi = -0,5$)	A ₄	A ₄	A ₄
= -1	20,2	69,0	71,2	FU ² ($\phi = -1$)	C	C	A ₄
= -1,5	23,2	22,0	-	FU ² ($\phi = -1,5$)	C	C	C
					A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ C	A ₃ A ₄ C	A ₃ A ₄ ^{5/}
					A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ C	A ₄ C	A ₃ A ₄
					A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ C ^{3/}	A ₄ C ^{4/}	A ₃ A ₄

^{1/} Distribuição de Frequência do coeficiente ϕ derivado de DILLON e SCANDIZZO (10).

^{2/} As tecnologias comparadas pelos critérios de escolha sem a introdução de políticas foram A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ e C. Quando se considera as políticas, foram testadas apenas as alternativas A₃, A₄ e C.

^{3/} Para valores médios até uma receita líquida de Cr\$ 3.253,00, a alternativa consórcio se apresenta como a mais eficiente. Para valores mais elevados, as alternativas A₄ e A₅ mostraram melhores resultados.

^{4/} Para valores até uma receita líquida de Cr\$ 2.800,00 a alternativa consórcio apresenta melhores resultados; para valores mais elevados a alternativa A₄ mostrou mais eficiência.

^{5/} A alternativa consórcio foi eliminada pela dominância estocástica de primeiro grau.

Contudo, quando se fala de risco na agricultura é frequente com objetivo de se referir às extremidades inferiores das distribuições de produção, preços, lucros ou consumo de subsistência, que tem sido encontradas. Dessa maneira parece apropriado focalizar atenção nessas extremidades. Sem dúvida isto é racional para enfatizar os critérios de segurança-primeiro ("safety-first") e segurança-fixa ("safety-fixed").

Outra justificativa pode também ser dada por ANDERSON (2), que argumenta que os procedimentos da dominância estocástica conduzem a identificação de alternativas de "eficiência-risco" (níveis de adubação), em contraste com alternativas de "ótimo-risco", que dependem de preferências individuais. O QUADRO 21 foi transcrito do trabalho de ANDERSON (2) para facilitar essa explicação.

QUADRO 21 - Graus de Eficiência Estocástica de Combinações Especificadas de N-P.

N (lb/ac)	P (lb/ac)					
	0	8	16	24	32	40
0	0	1	3	3	3	3
20	0	0	0	3	3	1
40	0	0	1	3	1	1
60	0	0	0	1	1	1
80	0	0	0	1	1	1
100	0	0	0	0	1	1

FONTE: ANDERSON (2).

O QUADRO 21 mostra os resultados da aplicação de três graus de dominância estocástica, para identificar alternativas de eficiência-risco em respostas de adubação para produção de trigo. O número 0 que aparece neste QUADRO indica que, as alternativas foram eliminadas pela dominância estocástica de primeiro grau. As alternativas que são eficientes pelo FSD são indicadas pelo número 1, um raciocínio semelhante explica o

significado do número 3 neste QUADRO. Esse exemplo mostra que a dominância estocástica identificou um conjunto de alternativas de eficiência-risco, dentro deste conjunto, a escolha da alternativa depende justamente das preferências individuais dos agricultores com relação ao risco.

O fato de que a dominância estocástica no presente estudo, não identificou a melhor alternativa, não significa que a técnica não seja útil nem que a mesma não deve ser aplicada. As alternativas estudadas foram poucas e não apresentaram muita diferença nos resultados, o que impediu identificar a alternativa mais eficiente, possibilitando apenas mostrar um conjunto de alternativas de eficiência-risco, sem ser preciso conhecer as preferências dos agricultores. Sem dúvida, a grande vantagem desse método é permitir a análise sem conhecer a função de utilidade específica de cada agricultor, além disso há poucos lugares no mundo onde se tem essas funções já estimadas.

Com relação a introdução da política de subsídios, os resultados mostram que alternativa consórcio é sempre preferida pelos agricultores com extrema aversão ao risco. É provável que empregando alternativas de adubação no consórcio esses agricultores seriam motivados a empregar esse insumo.

A política simulada de seguros mostrou que as preferências dos agricultores podem mudar, mesmo existindo um pequeno grupo que sempre vai preferir o consórcio, como mostra o emprego das funções de utilidade. O fato da alternativa consórcio ter sido eliminada com seguro de apenas 62,5% dos rendimentos médios obtidos no período, mostra que uma política de seguros, desse tipo, não necessitaria assegurar um percentual muito elevado da produção, para que os agricultores adotassem novas tecnologias.

6.2. - Sugestões

Considerando os resultados e conclusões foi possível formular as seguintes sugestões:

Com o objetivo de incorporar risco, as pesquisas agrícolas deveriam ser conduzidas durante vários anos, para obter resultados mostrando variações de clima e dessa maneira poder identificar diferentes tipos de anos ^{1/}.

Para estudar melhor o risco climático, deveriam ser efetuadas pesquisas que possibilitassem conhecer as relações entre rendimento e estados da natureza, para tornar possível o conhecimento das distribuições de probabilidade, tanto aos rendimentos como desses estados da natureza. Especificamente, essas pesquisas deveriam levar em conta a quantidade de chuva necessária a determinado cultivo e principalmente as épocas críticas que o cultivo apresenta em relação às necessidades de chuva.

Outro ponto importante a considerar são os riscos de preços. Nesse estudo foram considerados constantes, mesmo sabendo-se de sua importância na avaliação do risco econômico. ANDERSON (3) tentou mudar suposições sobre preços, chegando a uma conclusão preliminar muito superficial de que os pesquisadores que têm ignorado os preços, não têm cometido um erro muito grave. Porém, isso não é suficiente, é necessário que novas pesquisas sejam feitas considerando esse problema.

^{1/} Os tipos de ano poderiam ser: ano ótimo, bom, regular e pobre para a produção de uma determinada cultura. Na análise não deveriam ser incluídos resultados muito extremos, mas não se poderia eliminar os resultados de anos que apresentam probabilidade significativa de ocorrerem.

Muitas pesquisas tratando de estudar o problema de nova tecnologia ou combinações de nova tecnologia, tomam em conta a dificuldade de se conhecer as preferências dos agricultores (funções de utilidade). A grande vantagem da dominância estocástica como critério de escolha entre alternativas, é a de não exigir o conhecimento da forma algébrica das funções de utilidade dos agricultores. Assim sendo, este método deveria continuar sendo empregado para incorporação de risco na tomada de decisão com relação a escolha de planos agrícolas, ou alternativas de tecnologia, tendo em vista as dificuldades de se conhecer as preferências individuais dos agricultores.

Como o consórcio é uma alternativa sempre preferida pelos agricultores com extrema aversão ao risco, seria recomendável efetuar novas pesquisas relacionadas com essa alternativa, com objetivo de melhorá-la através da introdução de novas variedades que respondam melhor, incluir outros cultivos e utilizar adubação.

Considerando o grupo de agricultores que preferem assumir risco, deveriam ser efetuadas novas pesquisas com o feijão de corda isolado e adubado. Dessa forma possibilitaria mostrar acréscimos nos níveis de produtividade e, motivaria os demais agricultores a empregarem práticas melhoradas.

Outra sugestão é continuar estudando políticas de seguros ^{1/}, como forma de estimular os agricultores a adotar nova tecnologia. No aspecto de seguros deveria ser dado ênfase ao estudo não só dos possíveis benefícios mas também, dos possíveis custos e problemas institucionais de operar um programa de seguros, tanto para pequenos como para grandes agricultores.

^{1/} Políticas de seguros que efetivamente garantissem um determinado nível de subsistência (rendimento).

CAPÍTULO VII

RESUMO

O presente estudo teve por finalidade comparar metodologias de análise, e avaliar algumas alternativas melhores de nova tecnologia para a produção de feijão de corda, considerando lucro e o risco de obter esse lucro, no município de Quixadá, Estado do Ceará.

As alternativas de tecnologia analisadas foram:

A₁ - feijão de corda isolado sem adubação.

A₂ - feijão de corda isolado com 30 kg de P₂O₅/ha.

A₃ - feijão de corda isolado com 60 kg de P₂O₅/ha.

A₄ - feijão de corda isolado com 90 kg de P₂O₅/ha.

A₅ - feijão de corda isolado com 120 kg de P₂O₅/ha.

C - Consórcio Tradicional (milho + feijão de corda + algodão).

Em virtude de existirem poucos dados disponíveis (apenas 6 anos), a metodologia abordou dois métodos diferentes para calcular alguns momentos (média e variância) da receita líquida das alternativas de tecnologia. Esses métodos foram: a maneira tradicional de calcular a média e a variância e, a função de distribuição cumulativa. Como esse último método incorporou opiniões de especialistas sobre a verdadeira distribuição dos rendimentos (kg/ha), utilizou-se em etapas posteriores os momentos estimados por esse método.

Para comparar as alternativas de tecnologia foram empregados os seguintes critérios de escolha: a dominância estocástica e duas funções de utilidade. A utilização dos critérios da dominância estocástica não permitiu identificar a alternativa mais eficiente para a produção de feijão de corda mas, possibilitou mostrar um conjunto de alternativas de eficiência-risco. A aplicação das funções de utilidade mostrou que para os agricultores indiferentes ao risco, com pequena aversão ou que desejam assumi-lo, a alternativa de feijão de corda isolado com 90 kg de P₂O₅/ha

foi a preferida. Para agricultores com média ou extrema aversão ao risco a alternativa preferida foi o consórcio.

Utilizando os mesmos critérios de escolha, avaliou-se o impacto na receita líquida e sua variância, decorrente da introdução de duas políticas: a de subsídio de 40% ao custo do adubo e uma política simulada de seguros. A análise dessas políticas foi feita considerando apenas duas alternativas de feijão de corda isolado com adubação (60 kg de P_2O_5 /ha e 90 kg de P_2O_5 /ha) e o consórcio tradicional.

Quando se aplicou as regras de dominância estocástica considerando a política de subsídio, as alternativas mais eficientes foram feijão de corda isolado com 90 kg de P_2O_5 /ha e o consórcio. O emprego das funções de utilidade mostrou que a alternativa de feijão de corda isolado com 90 kg de P_2O_5 /ha foi a preferida pelos os agricultores indiferentes ao risco, com pequena aversão ou que desejam assumi-lo. Para os agricultores com média e extrema aversão ao risco, a alternativa preferida foi o consórcio.

Quando se aplicou as regras de dominância estocástica levando em consideração a política de seguros, as alternativas mais eficientes foram feijão de corda isolado com 60 kg de P_2O_5 /ha (A_3) e 90 kg de P_2O_5 /ha (A_4).

O emprego das funções de utilidade mostrou que a alternativa A_4 foi a preferida para os agricultores aversos ao risco, indiferentes ou que desejam assumi-lo. Os agricultores com extrema aversão ao risco, sempre preferiram o consórcio.

No que se refere a metodologia empregada, é necessário frisar que a introdução de função de utilidade não linear neste estudo, só foi possível porque já havia sido estimada uma função para os agricultores dessa mesma região. A dominância estocástica mostrou-se bastante útil, sendo um critério de escolha que pode ser aplicado sem o conhecimento *prévio das preferências (utilidades) dos agricultores.*

As recomendações apresentadas foram:

- (a) conduzir as pesquisas agrícolas durante vários anos,
- (b) continuar empregando o método da dominância estocástica, tendo em vista as dificuldades de se conhecer as preferências individuais dos agricultores,
- (c) efetuar pesquisas que possibilitassem conhecer as relações entre rendimento e estados da natureza,
- (d) considerar o problema de risco de preços,
- (e) efetuar novas pesquisas com o consórcio incluindo novas variedades e outros cultivos,
- (f) continuar fazendo estudos com o feijão de corda isolado e adubado,
- (g) conduzir novas pesquisas considerando políticas de seguro agrícola.

BIBLIOGRAFIA:

01. - ANDERSON, J.R. - "Sparse Date, Climatic Variability and Yield Uncertainty in Response Analysis", American Journal of Agricultural Economics, 55 (1). Feb. 1973, 77-82.
02. - ————— - "Sparse Date, Estimational Reliability, and Risk-Efficient Decisions", American Journal of Agricultural Economics, 56 (3). August 1974, 564-572.
03. - ————— - "Risk Efficiency in the Interpretation of Agricultural Production Research", Review of Marketing and Agricultural Economics. September - 1974, 131-184.
04. - 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.
05. - ANJOS, N.M. e NORONHA, J.F. - "Análise dos Mercados Internacional e Brasileiro de Fertilizantes". Trabalho apresentado na XII.^a Reunião Anual da SOBER. Porto Alegre, 1974.
06. - BULLOCK, J.B., and LOGAN, S.H. - "An Application of Statistical Decision Theory to Cattle Feedlot Marketing", American Journal of Agricultural Economics, 52 : 234-241. May, 1970.
07. - CARLSON, G.A. - "A Decision Theoretic Approach to Crop Disease Prediction", American Journal of Agricultural Economics", 52 : 216-223. May, 1970.
08. - DILLON, J.L. - "Agricultura, Pesquisa e Probabilidade", Palestra Pronunciada sob os auspícios do IICA, no "Seminário sobre Sistemas" da EMBRAPA. Brasília em 05 de junho de 1975 e no Departamento de Economia Rural, UFV, Viçosa, Junho - 1975.
09. - DILLON, J.L., e MESQUITA, T.C. - "Atitudes dos Pequenos Agricultores do Sertão do Ceará Diante do Risco". Série Pesquisa nº 12. Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC. Fortaleza-Ce. - 1976.
10. - DILLON, J.L., e SCANDIZZO, P.L. - "Atitudes dos Agricultores de Sub-sistência Nordestinos em Relação ao Risco" - Abordagem Amostral. Série Pesquisa nº 17, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC. Fortaleza-Ce. - Novembro, 1976.
11. - 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.

12. - GONCALVEZ, J.D. - "Mercado Internacional e Brasileiro de Fertilizantes". Trabalho apresentado na XII.^a Reunião Anual da SOBER (Sociedade Brasileira de Economistas Rurais) - Porto Alegre, 1974.
13. - HALTER, A.N., and DEAN, G.W. - Decisions Under Uncertainty With Research Applications, Cincinnati, Ohio, South Western Press. 1971.
14. - HARGREAVES, George H. - "Monthly Precipitation Probabilities for Northeast Brazil", Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University. September - 1973.
15. - HOMMA, Alfredo K.O. - "Programação das Atividades Agropecuárias, sob Condições de Risco, nos Lotes do Nucleo de Colonização de Altamira". Tese de M.S., Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - M.G., 1976.
16. - KMENTA, R.J. - Elements of Econometrics. Macmillan Co. New York, 1972.
17. - 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.
18. - 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).
19. - PAIVA, J.B. et alii - "Adubação Nitrogenada em Feijão de Corda Vigna sinensis" (L.) Savi visando a Produção da Vagem Madura. Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFC., 1973.
20. - PAIVA, J.B. e ALBUQUERQUE J.J.L. - "Ensaio de Adubação Mineral NPK em Feijão de Corda (Vigna sinensis Endl.) no Ceará". Pesquisa Agropecuária do Nordeste, Recife 2 (2) 53-56. Jun/Dez. 1970.
21. - PAIVA, J.B. et alii - "Adubação Fosfatada em Feijão de Corda, Vigna sinensis (L.) Savi". Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFC., 1973.
22. - ——— et alii - "Resultados da Aplicação de Macronutrientes (NPK) na Produção de Feijão de Corda", Vigna sinensis Endl, no Estado do Ceará. Bol. Cear. Agron. 14 : 41-47. Junho, 1973 - Fortaleza-Ceará.
23. - ——— et alii - "Adubação Mineral em Feijão de Corda (Vigna sinensis Endl) no Ceará-Brasil". Cienc. Agron., 1 (2) - 75:78. Dezembro, 1971 - Fortaleza-Ceará.

24. - PAIVA, J.B. et alii - "Aspectos Gerais da Produção de Feijão". Junho, 1971 - Fortaleza-Ceará.
25. - PASTORE, J. - "Decisões em Condições de Incerteza na Agricultura". Revista de Economia Rural. Sociedade Brasileira de Economistas Rurais. Ano XIII^a Tomo 1. 1975. 65-81.
26. - PROAGRO - "Programa de Garantia da Atividade Agropecuária". Carta-Circular nº 128, Banco Central do Brasil. Brasília, março 1975.
27. - SANCHEZ, P.A. et alii - "A Review of Soils Research in Tropical Latin America". North Carolina Agricultural Experiment Station, Tech. Bul. nº 219, July 1973.
28. - SANDERS Jr. J.H. e HOLLANDA, A.D. - "Designing New Technology for Small Farms: A Case Study in Semi-Arid. Area of the Brazilian Northeast". Versão Preliminar. Nov. 1975. 35 páginas (mimeografado).
29. - VANETTI, Frederico - "Entomologia Agrícola". Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, Viçosa-MG., 1973.

APPENDICE

Rendimentos e Receitas Líquidas do Consórcio Algodão + Milho + Feijão e do Feijão Isolado, Com e Sem Adubação.

QUADRO A-1 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalado pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1969.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
521	0	0	0
548	0	0	15
546	0	0	30
505	0	60	0
455	0	60	15
460	0	60	30
367	0	120	0
395	0	120	15
396	80	120	30
640	80	0	0
558	80	0	15
627	80	0	30
540	80	60	0
480	80	60	15
587	80	60	30
486	80	120	0
456	80	120	15
392	80	120	30
511	160	0	0
611	160	0	15
546	160	0	30
644	160	60	0
525	160	60	15
560	160	60	30
915	160	120	0
611	160	120	15
989	160	120	30

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

QUADRO A-2 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1970.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
669	0	0	0
694	0	0	15
550	0	0	30
994	0	75	0
938	0	75	15
1.047	0	75	30
1.009	0	150	0
1.063	0	150	15
1.093	0	150	30
547	60	0	0
688	60	0	15
469	60	0	30
953	60	75	0
913	60	75	15
1.109	60	75	30
1.053	60	150	0
1.041	60	150	15
1.072	60	150	30
775	120	0	0
666	120	0	15
609	120	0	30
1.209	120	75	0
922	120	75	15
1.081	120	75	30
1.028	120	150	0
1.119	120	150	15
1.088	120	150	30

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

QUADRO A-3 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1971.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
1.325	0	0	0
1.555	0	0	15
1.290	0	0	30
1.595	0	60	0
1.455	0	60	15
1.680	0	60	30
1.610	0	120	0
2.160	0	120	15
1.675	0	120	30
1.400	30	0	0
1.425	30	0	15
1.225	30	0	30
1.690	30	60	0
2.240	30	60	15
1.780	30	60	30
2.050	30	120	0
1.680	30	120	15
1.360	30	120	30
1.175	60	0	0
1.490	60	0	15
1.340	60	0	30
1.730	60	60	0
1.450	60	60	15
1.770	60	60	30
1.760	60	120	0
2.060	60	120	15
1.830	60	120	30

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

QUADRO A-4 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1972.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
831	0	0	0
525	0	0	40
1.113	0	0	80
1.394	0	60	0
1.175	0	60	40
1.156	0	60	80
1.125	0	120	0
1.125	0	120	40
1.113	0	120	80
800	30	0	0
863	30	0	40
675	30	0	80
1.144	30	60	0
1.300	30	60	40
500	30	60	80
938	30	120	0
1.325	30	120	40
1.144	30	120	80
684	60	0	0
956	60	0	40
638	60	0	80
1.588	60	60	0
1.219	60	60	40
1.025	60	60	80
1.269	60	120	0
1.075	60	120	40
1.513	60	120	80

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

QUADRO A-5 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1973.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
563	0	0	0
563	0	0	40
663	0	0	80
1.500	0	60	0
1.169	0	60	40
1.019	0	60	80
1.369	0	120	0
1.394	0	120	40
1.250	0	120	80
769	30	0	0
697	30	0	40
681	30	0	80
1.069	30	60	0
1.156	30	60	40
1.369	30	60	80
1.444	30	120	0
1.525	30	120	40
963	30	120	80
525	60	0	0
600	60	0	40
706	60	0	80
1.366	60	60	0
1.244	60	60	40
1.269	60	60	80
1.494	60	120	0
1.456	60	120	40
1.638	60	120	80

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

QUADRO A-6 - Dados de Ensaio Experimentais com Feijão de Corda Instalados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no Município de Quixadá - Estado do Ceará - 1974.

RENDIMENTO kg/ha	TRATAMENTO		
	N	P	K
428	0	0	0
422	0	0	40
419	0	0	80
1.072	0	60	0
859	0	60	40
934	0	60	80
1.031	0	120	0
1.106	0	120	40
1.175	0	120	80
531	30	0	0
450	30	0	40
753	30	0	80
819	30	60	0
1.800	30	60	40
1.106	30	60	80
1.159	30	120	0
1.100	30	120	40
1.106	30	120	80
625	60	0	0
819	60	0	40
450	60	0	80
1.100	60	60	0
1.388	60	60	40
1.575	60	60	80
866	60	120	0
1.366	60	120	40
850	60	120	80

FONTE: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

Custos das Alternativas Analisadas.

QUADRO B-1 - Custos do Consórcio Algodão + Milho + Feijão, empregando-se os Coeficientes Técnicos (1). Município de Quixadá - Estado do Ceará.

1º ANO

1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da (3) Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
PREPARO DO SOLO				
. Aração e Gradagem (2)	-	-	420,00	6 horas de trabalho, ao preço de Cr\$ 70,00.
PLANTIO				
. Coveamento, Semeadura e Replântio:				
Algodão	4	15,00	60,00	
Milho	3	15,00	45,00	
Feijão	3	15,00	45,00	
PULVERIZAÇÕES				
1.ª Pulverização	4	22,50	90,00	
2.ª Pulverização	4	22,50	90,00	
TRATOS CULTURAIS				
Capinas	30	15,00	450,00	
Desbaste	2	15,00	30,00	
COLHEITA				
Algodão	8	22,50	180,00	Média de 224
Milho	4	15,00	60,00	Média de 588
Feijão	7,5	15,00	112,50	Média de 346
TRANSPORTE				
Algodão	2,5	15,00	37,50	Média p/ 286,4
Milho	1,5	15,00	22,50	Média p/ 588
Feijão	3	15,00	45,00	Média p/ 346
BENEFICIAMENTO (4)				
Milho	12	15,00	180,00	Média p/ 286,4
Feijão	9	15,00	135,00	Média p/ 346
SUB-TOTAL			2.002,50	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
SEMENTES				
Algodão	kg	6	2,00	12,00
Milho	kg	8	1,40	11,20
Feijão	kg	5	6,00	30,00
INSETICIDAS				
1. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				128,20
TOTAL				2.131,00

- (1) Os custos foram baseados nos coeficientes técnicos fornecidos pela EMBRAPA, BNB e EMATEK-CE, Ver:
- Informações Básicas para Elaboração de Orçamentos Agrícolas no Nordeste. Banco do Nordeste do Brasil S/A. DERUR. 1969. Fortaleza-Ceará.
 - Sistemas de Produção para Algodão Arboreo. CEARÁ, Circular nº 68, Outubro de 1975, EMBRAPA.
 - Subsídios para Elaboração de Projetos. EMATERCE, 1974. Fortaleza-Ceará.
- (2) Aração e Gradagem; valor correspondente a 6 horas de trabalho com trator, preços de 1976. Para sementes e defensivos considerou-se preços médios para 1976 (até o mês de setembro, época em que foram obtidos os dados). Essas informações foram fornecidas pela CODAGRO.
- (3) Os valores das diárias são médias para 1976 (até o mês de julho), fornecidas pelo GEACO.
- (4) O beneficiamento do feijão engloba as seguintes operações: debulha, separação de impurezas e secagem.
O beneficiamento do milho corresponde às seguintes operações: despalha, debulha, batadura e separação de impurezas.

2º ANO1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
LIMPAS				
1ª Limpa	4	15,00	60,00	
2ª Limpa	4	15,00	60,00	
3ª Limpa	4	15,00	60,00	
PULVERIZAÇÕES				
1ª Pulverização	4	22,50	90,00	
2ª Pulverização	4	22,50	90,00	
COLHETTA				
Algodão	14	22,50	315,00	Média de 391 kg
TRANSPORTE	5	15,00	75,00	Média de 391 kg
SUB-TOTAL			750,00	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
INSETICIDAS				
1ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				75,20
TOTAL				825,00

39 ANO1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
LIMPAS				
1. ^a Limpa	4	15,00	60,00	
2. ^a Limpa	4	15,00	60,00	
3. ^a Limpa	4	15,00	60,00	
PULVERIZAÇÕES				
1. ^a Pulverização	4	22,50	90,00	
2. ^a Pulverização	4	22,50	90,00	
COLHETTA				
Algodão	11	22,50	247,50	Média p/ 290 kg
TRANSPORTE	4	15,00	60,00	Média p/ 290 kg
SUB-TOTAL			667,50	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
INSETICIDAS				
1. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				75,20
TOTAL				743,00

1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
LIMPAS				
1ª Limpa	4	15,00	60,00	
2ª Limpa	4	15,00	60,00	
PULVERIZAÇÕES				
1ª Pulverização	4	22,50	90,00	
2ª Pulverização	4	22,50	90,00	
COLHEITA				
Algodão	8,8	22,50	198,00	Média p/ 241 kg
TRANSPORTE	3,0	15,00	45,00	Média p/ 241 kg
SUB-TOTAL			543,00	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
INSETICIDAS				
1ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				75,20
TOTAL				618,00

1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
LIMPAS				
1ª Limpa	4	15,00		
2ª Limpa	4	15,00		
PULVERIZAÇÕES				
1ª Pulverização	4	22,50		
2ª Pulverização	4	22,50		
COLHEITA				
Algodão	6	22,50		Média p/ 185 kg
TRANSPORTE	2,4	15,00		Média p/ 185 kg
SUB-TOTAL			471,00	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
INSETICIDAS				
1ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2ª Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				75,20
TOTAL				546,00

Resumo do Custo Total do Consórcio

ANOS	Custos
1º Ano	2.131,00
2º Ano	825,00
3º Ano	743,00
4º Ano	618,00
5º Ano	546,00
Média Anual	973,00 (*)

(*) Média para o período de 5 anos, considerando-se que o algodão tenha a duração de 5 anos sendo o plantio consorciado algodão, milho e feijão efetuado no 1º ano.

QUADRO B-2 - Custos da Cultura Pura do Feijão Sem Adubação (1). Município de Quixadá - Estado do Ceará.

1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da (3) Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
PREPARO DO SOLO				
. Aração e Gradagem (2)	-	-	420,00	
PLANTIO				
. Coveamento, Semeadura e Replântio	5	15,00	75,00	
COMBATE ÀS PRAGAS				
1. ^a Pulverização	3	22,50	67,50	
2. ^a Pulverização	3	22,50	67,50	
TRATOS CULTURAIS				
1. ^a Capina	10	15,00	150,00	
2. ^a Capina	10	15,00	150,00	
Cultivação	3	15,00	45,00	
Desbaste	2	15,00	30,00	
COLHEITA	13	15,00	195,00	
TRANSPORTE	5	15,00	75,00	
BENEFICIAMENTO (4)	11	15,00	165,00	
SUB-TOTAL			1.440,00	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
SEMENTES	kg	20	6,00	120,00
INSETICIDAS				
1. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
2. ^a Pulverização	Litro	1	37,60	37,60
SUB-TOTAL				195,20
TOTAL				1.635,00

(1) Consultar nota nº 1 do rodapé do QUADRO B-1.

(2) Ver nota nº 2 do rodapé do QUADRO B-1.

(3) Ver nota nº 3 do rodapé do QUADRO B-1.

(4) Consultar nota nº 4 do rodapé do QUADRO B-1.

QUADRO B-3 - Custos da Cultura Pura do Feijão com Adubação (1). Município de Quixadá - Estado do Ceará.

1. - Gastos com Mão de Obra

DISCRIMINAÇÃO	Nº de Diárias	Valor da (3) Diária (Cr\$)	Total Cr\$	Observação
PREPARO DO SOLO				
. Aração e Gradagem (2)	-	-	420,00	
PLANTIO				
. Coveamento, Semeadura e Replântio	5	15,00	75,00	
ADUBAÇÃO	4	22,50	90,00	Adubação Química
COMBATE ÀS PRAGAS				
1. ^a Pulverização	3	22,50	67,50	
2. ^a Pulverização	3	22,50	67,50	
TRATOS CULTURAIS				
1. ^a Capina	10	15,00	150,00	
2. ^a Capina	10	15,00	150,00	
Cultivação	3	15,00	45,00	
Desbaste	2	15,00	30,00	
COLHETTA	16	15,00	240,00	
TRANSPORTE	8	15,00	120,00	
BENEFICIAMENTO (4)	17	15,00	255,00	
SUB-TOTAL			1.710,00	

2. - Gastos com Insumos

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
SEMENTES	kg	20	6,00	120,00
INSETICIDAS	Litro	2	37,00	75,00
SUB-TOTAL				195,00

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cr\$)	Total Cr\$
ADUBAÇÃO (5)				
P ₂ O ₅	kg	30	4,25	127,50
P ₂ O ₅	kg	60	4,25	255,00
P ₂ O ₅	kg	90	4,25	382,50
P ₂ O ₅	kg	120	4,25	510,00

3. - TOTAL (1 + 2)

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (Cr\$)
Adubação de 30 kg de P ₂ O ₅	2.033,00
Adubação de 60 kg de P ₂ O ₅	2.160,00
Adubação de 90 kg de P ₂ O ₅	2.288,00
Adubação de 120 kg de P ₂ O ₅	2.415,00

- (1) Ver nota do rodapé nº 1 do QUADRO B-1.
- (2) Ver nota do rodapé nº 2 do QUADRO B-1.
- (3) Consultar nota do rodapé nº 3 do QUADRO B-1.
- (4) Consultar nota nº 4 do rodapé do QUADRO B-1.
- (5) Fonte de P₂O₅ - Superfosfato Simples, contendo 20% de P₂O₅, tendo como base o preço médio para 1976 (até o mês de setembro), de Cr\$ 0,85 o quilo, não incluindo a política governamental de subsídio de 40%. Informações prestadas pela PROFERTIL.

Rendimentos Receita Líquida e Fractis das Alternativas Estuda
das.

QUADRO C.1 - Rendimentos do Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969-1973.
Município de Quixadá-Ceará.

CULTURAS	1969	1970	1971	1972	1973
Algodão (1)	291	219	368	273	281
Milho	600	360	720	660	600
Feijão	350	180	480	420	300

FONTE: EMATER-CE.

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

QUADRO C.2 - Limites Mínimos e Máximos de Rendimentos para o Consórcio
Algodão + Milho + Feijão (2). Município de Quixadá-Ceará.

CULTURAS	Rendimentos (kg/ha)	
	Mínimo	Máximo
Algodão	1º Ano	200
	2º Ano	400
	3º Ano	300
	4º Ano	200
	5º Ano	200
Milho	300	750
Feijão	150	500

(2) Estimativas de especialistas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

Quando todas as condições, tais como chuvas, estrutura do solo, ataque de pragas, são desfavoráveis tem-se o limite mínimo. Se as condições são favoráveis tem-se o limite máximo.

QUADRO C.3 - Receita Líquida do Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969-1973. Município de Quixadá-Ceará.

CULTURAS	1969				
	Rendimentos	Preços (3)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
Algodão	291	3,28	954,48		
Milho	600	1,17	702,00		
Feijão	350	4,58	1.603,00		
TOTAL			3.259,00	973,00	2.286,00

CULTURAS	1970				
	Rendimentos	Preços (3)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
Algodão	219	3,28	718,32		
Milho	360	1,17	421,20		
Feijão	180	4,58	824,40		
TOTAL			1.964,00	973,00	991,00

CULTURAS	1971				
	Rendimentos	Preços (3)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
Algodão	376	3,28	1.233,28		
Milho	720	1,17	842,40		
Feijão	480	4,58	2.198,40		
TOTAL			4.274,00	973,00	3.301,00

CULTURAS	1972				
	Rendimentos	Preços (3)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
Algodão	273	3,28	895,44		
Milho	660	1,17	772,20		
Feijão	420	4,58	1.923,60		
TOTAL			3.591,00	973,00	2.618,00

CULTURAS	1973				
	Rendimentos	Preços (3)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
Algodão	281	3,28	921,68		
Milho	600	1,17	702,00		
Feijão	300	4,58	1.374,00		
TOTAL			2.998,00	973,00	2.025,00

(3) Preços médios recebidos pelos agricultores no período de janeiro a julho de 1976, no município de Quixadá-Ceará.

Consórcio Algodão + Milho + Feijão	
Média	2.245,00
Variância	719.397,00

QUADRO C.4 - Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para o Consórcio Algodão + Milho + Feijão. 1969 - 1973. Município de Quixadá-Ceará.

VALOR	k	f = k/n+1 (4)
459,00		0,0
991,00	1	0,17
2.025,00	2	0,33
2.286,00	3	0,50
2.618,00	4	0,67
3.301,00	5	0,83
3.507,00		1,00

(4) Os fractis 0,0 e 1,00 representam receitas líquidas provenientes das estimativas de rendimentos mínimos e máximos respectivamente, fornecidas por especialistas, e cujas quantidades já foram anteriormente de finidas.

QUADRO C.5 - Rendimentos do Feijoeiro Isolado sem Adubação - Variedade Pi
tiuba (1). 1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

ANOS	Rendimentos (kg/ha)
1969	569
1970	612
1971	1.350
1972	984
1973	627
1974	544

- (1) Utilizou-se nesse estudo os rendimentos correspondentes ao nível 0 de adubação (dados fornecidos pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará), para caracterizar a cultura do feijoeiro isolado sem adubação.

QUADRO C.6 - Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado sem Adubação. 1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

ANOS	Rendimento kg/ha	Preços (3) (Cr\$)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
1969	569	4,58	2.606,00	1.635,00	971,00
1970	612		2.802,00		1.167,00
1971	1.350		6.183,00		4.548,00
1972	984		4.507,00		2.872,00
1973	627		2.872,00		1.237,00
1974	544		2.491,00		856,00
Média					1.942,00
Variância					2.174.882,00

(3) Preços médios recebidos pelos agricultores no período de janeiro a julho de 1976, no município de Quixadá-Ceará.

QUADRO C.7 - Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado sem Adubação (4). Município de Quixadá-Ceará.

VALOR	k	f = k/n + 1
655,00		0,0
856,00	1	0,14
971,00	2	0,29
1.167,00	3	0,43
1.237,00	4	0,57
2.872,00	5	0,71
4.548,00	6	0,86
4.777,00		1,00

(4) Os valores correspondentes aos fractis 0,0 e 1,00 referem-se às estimativas de rendimentos mínimo e máximo respectivamente, que foram fornecidas por especialistas.

QUADRO C.8 - Rendimentos de Feijoeiro Isolado com Adubação - Variedade Pitiuba. 1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₂ : P ₂ O ₅ = 30 kg/ha		Ação A ₃ : P ₂ O ₅ = 60 kg/ha	
ANOS	Rendimento (kg/ha)	ANOS	Rendimento (kg/ha)
1969	540	1969	530
1970	855	1970	1.009
1971	1.567	1971	1.713
1972	1.047	1972	1.082
1973	991	1973	1.240
1974	956	1974	1.182

QUADRO C.9 - Rendimentos do Feijoeiro Isolado com Adubação - Variedade Pitiuba. 1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₄ : P ₂ O ₅ = 90 kg/ha		Ação A ₅ : P ₂ O ₅ = 120 kg/ha	
ANOS	Rendimento (kg/ha)	ANOS	Rendimento (kg/ha)
1969	538	1969	563
1970	1.076	1970	1.054
1971	1.786	1971	1.788
1972	1.087	1972	1.064
1973	1.374	1973	1.392
1974	1.223	1974	1.079

QUADRO C.10 - Limites Mínimos e Máximos de Rendimentos para a Cultura do Feijoeiro Isolado, com Adubação (2). Município de Quixadá-Ceará.

Nível de Adubação P_2O_5 - kg/ha	Rendimentos (kg/ha)	
	Mínimo	Máximo
0	500	1.400
30	800	1.600
60	1.200	2.500
90	1.200	2.500
120	1.200	2.500

- (2) Esses limites foram estimados por especialistas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, considerando a situação privilegiada do município de Quixadá para a produção de feijão, com relação a estrutura do solo e ataque de pragas. O limite mínimo seria o rendimento obtido se todas as condições ambientais fossem adversas, por exemplo: excesso ou escassez de chuvas, ataque de pragas e práticas culturais não adequadas. O limite máximo seria aquele alcançado quando todas as condições fossem favoráveis à cultura do feijão.

Neste estudo empregou-se o rendimento mínimo de 500 kg/ha para todos os níveis de adubação, uma vez que essa decisão não prejudicaria os resultados e por que no ano de 1969 o rendimento máximo foi de 569 kg/ha, não atingindo portanto os limites mínimos de níveis de adubação de 30 a 120 kg/ha de P_2O_5 .

QUADRO C.11 - Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação.
1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₂ : P ₂ O ₅ = 30 kg/ha					
ANOS	Rendimento kg/ha	Preços (5) (Cr\$)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
1969	540	4,58	2.473,00	2.033,00	440,00
1970	855		3.916,00		1.883,00
1971	1.567		7.177,00		5.144,00
1972	1.047		4.795,00		2.762,00
1973	991		4.539,00		2.506,00
1974	956		4.378,00		2.345,00
Média					2.514,00
Variância					2.341.039,00

QUADRO C.12 - Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação.
1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₃ : P ₂ O ₅ = 60 kg/ha					
ANOS	Rendimento kg/ha	Preços (5) (Cr\$)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
1969	530	4,58	2.427,00	2.160,00	267,00
1970	1.009		4.621,00		2.461,00
1971	1.713		7.845,00		5.685,00
1972	1.082		4.955,00		2.795,00
1973	1.240		5.679,00		3.519,00
1974	1.182		5.413,00		3.253,00
Média					2.997,00
Variância					3.069.023,00

(5) Preços médios recebidos pelos agricultores no período de janeiro a julho de 1976, no município de Quixadá-Ceará.

QUADRO C.13 - Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação.
1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₄ : P ₂ O ₅ = 90 kg/ha					
ANOS	Rendimento kg/ha	Preços (5) (Cr\$)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
1969	538	4,58	2.464,00	2.288,00	176,00
1970	1.076		4.928,00		2.640,00
1971	1.786		8.180,00		5.892,00
1972	1.087		4.978,00		2.690,00
1973	1.374		6.293,00		4.005,00
1974	1.223		5.601,00		3.313,00
Média					3.120,00
Variância					3.517.102,00

QUADRO C.14 - Receita Líquida da Cultura do Feijão Isolado com Adubação.
1969 - 1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₅ : P ₂ O ₅ = 120 kg/ha					
ANOS	Rendimento kg/ha	Preços (5) (Cr\$)	Receita Bruta (Cr\$)	Custos (Cr\$)	Receita Líquida (Cr\$)
1969	563	4,58	2.578,00	2.415,00	163,00
1970	1.054		4.828,00		2.413,00
1971	1.788		8.189,00		5.774,00
1972	1.064		4.873,00		2.458,00
1973	1.392		6.375,00		3.960,00
1974	1.079		4.942,00		2.527,00
Média					2.882,00
Variância					3.488.641,00

(5) Preços médios recebidos pelos agricultores no período de janeiro a julho de 1976, no município de Quixadá-Ceará.

QUADRO C.15 - Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado com Adubação (6). 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₂ : P ₂ O ₅ = 30 kg/ha			Ação A ₃ : P ₂ O ₅ = 60 kg/ha		
VALOR	k	f = k/n+1	VALOR	k	f = k/n+1
257,00		0,0	130,00		0,0
440,00	1	0,14	267,00	1	0,14
1.883,00	2	0,29	2.461,00	2	0,29
2.345,00	3	0,43	2.795,00	3	0,43
2.506,00	4	0,57	3.253,00	4	0,57
2.762,00	5	0,71	3.519,00	5	0,71
5.144,00	6	0,86	5.685,00	6	0,86
5.295,00		1,00	9.290,00		1,00

QUADRO C.16 - Valores de Receita Líquida em Ordem Crescente e Fractis para a Cultura do Feijão Isolado com Adubação (6). 1969-1974. Município de Quixadá-Ceará.

Ação A ₄ : P ₂ O ₅ = 90 kg/ha			Ação A ₅ : P ₂ O ₅ = 120 kg/ha		
VALOR	k	f = k/n+1	VALOR	k	f = k/n+1
2,00		0,0	- 125,00		0,0
176,00	1	0,14	163,00	1	0,14
2.640,00	2	0,29	2.413,00	2	0,29
2.690,00	3	0,43	2.458,00	3	0,43
3.313,00	4	0,57	2.527,00	4	0,57
4.005,00	5	0,71	3.960,00	5	0,71
5.892,00	6	0,86	5.774,00	6	0,86
9.162,00		1,00	9.035,00		1,00

(6) Os fractis 0,0 e 1,00 representam os valores correspondem aos limites mínimos e máximos de rendimentos respectivamente, estimados por especialistas.

APÊNDICE D

Dominância Estocástica

Neste apêndice serão apresentados apenas os procedimentos da dominância estocástica para variável contínua, uma vez os que se referem à variável discreta já foram apresentados no capítulo IV.

Consideram-se duas funções de densidade de probabilidade de x : $f(x)$ e $g(x)$, sendo x variável contínua no intervalo $[a, b]$; para valores menores que a ou maiores que b , $f(x) = g(x) = 0$.

Funções de distribuição cumulativa podem ser definidas como:

$$F_1(R) = \int_a^R f(x) dx \quad e$$

$$G_1(R) = \int_a^R g(x) dx$$

sendo R uma variável contínua dentro de $[a, b]$ e F_1 e G_1 funções de distribuição cumulativas obtidas através da integração das funções de densidade de probabilidade.

De maneira semelhante pode-se obter:

$$F_2(R) = \int F_1(x) dx$$

$$G_2(R) = \int G_1(x) dx$$

e ainda:

$$F_3(R) = \int F_2(x) dx$$

$$G_3(R) = \int G_2(x) dx$$

A variável x pode ser um plano, ação, tecnologia ou lucro.

Nesse estudo a variável x é definida como receita líquida (lucro) de algumas alternativas de produção que serão comparadas através da dominância estocástica.

As preferências do tomador de decisão (no caso o agricultor) para com a receita líquida (lucro) são transformadas numa função de utilidade $U(x)$, que também tem seu domínio em $[a, b]$. Em condições de risco, a maximização da utilidade implica na maximização da utilidade esperada.

Uma das vantagens de se utilizar os critérios da dominância estocástica é que a maximização da utilidade esperada por essa ferramenta metodológica, permite a comparação das alternativas sem ser necessário especificar a natureza ou forma algébrica da função de utilidade.

1) Dominância Estocástica de Primeiro Grau (FSD).

Este caso inicial presume somente que o tomador de decisão prefere mais lucros a menos lucros. Isto implica que a função $U(x)$ é monotonicamente crescente entre a e b , ou seja:

$U_1(x) > 0$ é a primeira derivada da função $U(x)$.

Considere duas funções de densidade de probabilidade $f(x)$ e $g(x)$, para a variável aleatória x continua no intervalo $[a, b]$, funções de distribuição cumulativa podem ser definidas como:

$$\begin{aligned} F_1(R) &= \int_a^R f(x) dx \\ G_1(R) &= \int_a^R g(x) dx \end{aligned} \quad R \in [a, b]$$

Então $f(x)$ domina $g(x)$ pela dominância estocástica de primeiro grau se, e somente se $F_1(R) \leq G_1(R)$ para todos os valores de R dentro de $[a, b]$, com inequação irrestrita a pelo menos um valor de R .

A representação gráfica para este caso é idêntica a do FSD para variável discreta, e pode ser vista na FIGURA 3 do capítulo IV.

As condições de dominância foram comprovados por ANDERSON (3) e (4) que demonstra os teoremas para os 3 graus de dominância estocástica considerando ainda variáveis discretas e contínuas.

As tecnologias que não puderem ser eliminadas pelo FSD, serão comparadas através da dominância estocástica de segundo grau.

2) Dominância Estocástica de Segundo Grau (SSD).

Para se obter a dominância estocástica de segundo grau é necessário fazer a seguinte integração:

$$F_2(R) = \int_a^R F_1(x) dx$$

e

$$G_2(R) = \int_a^R G_1(x) dx$$

A distribuição $f(x)$ domina $g(x)$ pelo SSD se:

$F_2(x_r) \leq G_2(x_r)$ para todos os valores de $R [a, b]$, com exata desigualdade para pelo menos um valor, sendo F_2 e G_2 as funções cumulativas da dominância estocástica de segundo grau.

A característica da função de utilidade quando se emprega a dominância estocástica de segundo grau, é a de que a utilidade marginal seja decrescente ou de função de utilidade côncava. Algebricamente implica em supor que:

$$U_1(x) > 0 \quad e \quad U_2(x) < 0$$

sendo U_1 a derivada primeira da função $U(x)$ e U_2 a derivada segunda de $U(x)$.

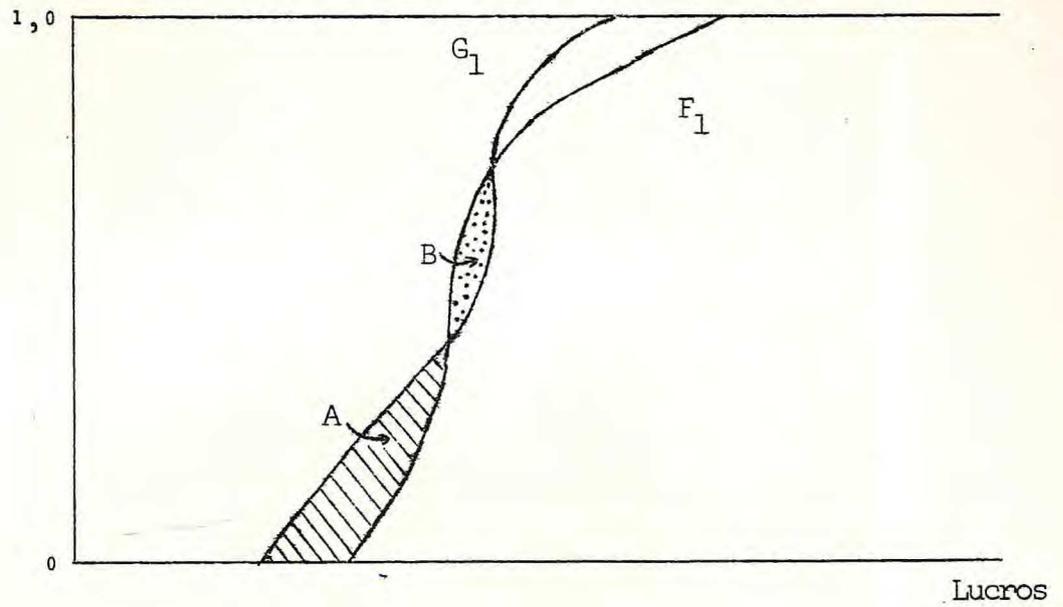
Indivíduos com preferências de acordo com essas pressuposições são considerados aversos ao risco.

As tecnologias que não puderem ser eliminadas através do SSD, serão comparadas pela dominância estocástica de terceiro grau.

Com a interpretação intuitiva da representação gráfica não é fácil em termos das curvas de dominância estocástica de segundo grau, será apresentado a seguir um gráfico para simplificar a interpretação.

Na FIGURA D.1 $f(x_1)$ é dominante se a curva F_2 nunca se situar à esquerda da curva G_2 . Observando as curvas CDF correspondentes na mesma figura, uma condição necessária para $f(x_1)$ ser dominante no sentido SSD é que a área A seja maior que a área B.

Probabilidade
Cumulativa



SSD
Cumulativa

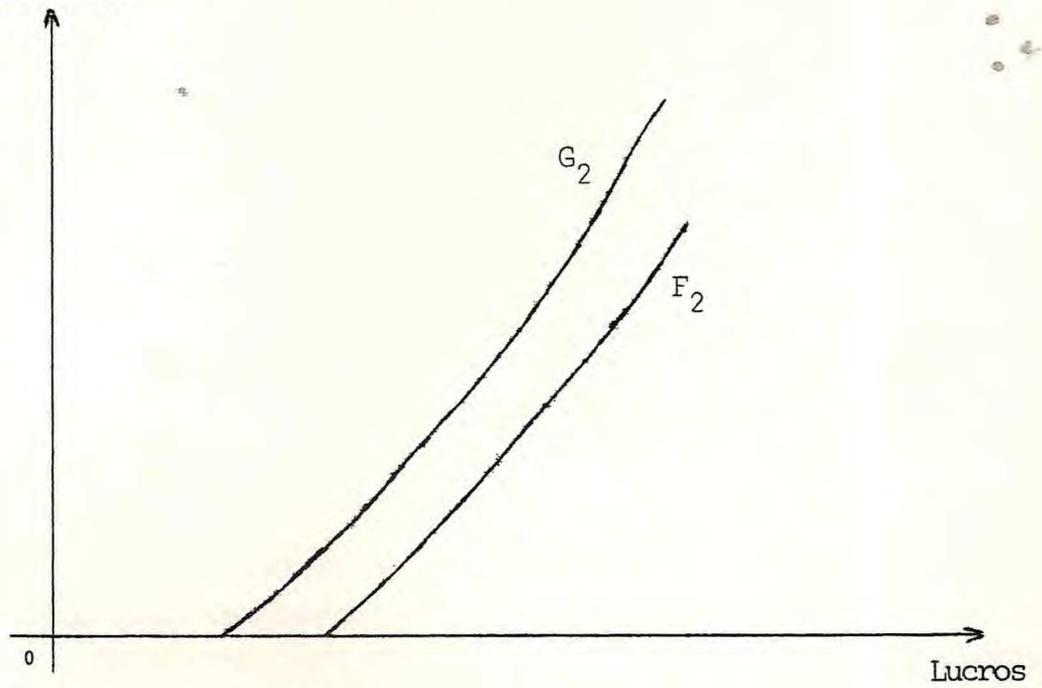


FIGURA D.1 - Ilustração de dominância estocástica de segundo grau.

3) Dominância Estocástica de Terceiro Grau (TSD).

Para se obter a dominância estocástica de terceiro grau é ne
cessário fazer a integração:

$$F_3 (R) = \int_a^R F_2 (x) dx$$

e

$$G_3 (R) = \int_a^R G_2 (x) dx$$

A distribuição $f (x)$ domina $g (x)$ pelo TSD se:

$F_3 (x_R) \leq G_3 (x_R)$, para todo $R [a, b]$ com exata desigualdade
para no mínimo um valor de R e se $F_2 (b) \leq G_2 (b)$, sendo F_3 e G_3 as dis
tribuições cumulativas de dominância estocástica de terceiro grau.

A preferência do produtor envolvida neste caso implica que
 $U_3 (x) > 0$, ao mesmo tempo $U_1 (x) > 0$ e $U_2 (x) < 0$. De maneira intuitiva
a explicação para este caso é menos convincente, porém se coaduna com o
comportamento de muitos produtores. Os critérios de dominância estocásti
ca de terceiro grau supõem que os agricultores se tornem menos aversos ao
risco, a medida que a riqueza aumenta, embora isto seja uma condição ne
cessária mas não suficiente para que a aversão ao risco diminua.

A terceira derivada positiva da função de utilidade normalmen
te (e também ambigualmente) implica que os possuidores da função de uti
lidade tendem a preferir distribuições de lucro positivamente assimétri
cas a outras negativamente assimétricas (3).

Os procedimentos de dominância estocástica podem ser estendi
dos a outros graus fazendo-se integrações subsequentes. Entretanto, além
do terceiro grau, esses procedimentos deixam de ter justificativa teórica
ou intuitiva, no que se refere as derivações das funções de utilidade do
agricultor.

APÊNDICE E

Níveis Ótimos de Adubação

Com o objetivo de mostrar uma forma de incorporar risco em análise de resposta de cultivos, foi estimada uma função que reúne os dados originais de todos os anos incluídos neste estudo. A função estimada foi:

$$Y_{69-74} = 779,852 + 8,486 P - 0,0446 P^2$$

$$\begin{matrix} (14,34) & (3,67) & (-2,43) \\ \bar{R}^2 = 0,147 \end{matrix}$$

Calculou-se em seguida os níveis ótimos de fósforo para cada ano através das funções anuais estimadas no capítulo III, e também o nível ótimo para a função que engloba os dados de todos os anos do período analisado.

Para determinação dos níveis ótimos de adubação, igualou-se o produto marginal do nutriente à relação de preços fator/produto. Os preços foram considerados como constantes porque não se está analisando risco de preços, e somente o fósforo foi considerado como nutriente por razões já apresentadas anteriormente no capítulo III.

O feijão na região em estudo é plantado em janeiro e a comercialização é efetuada em julho, por isso se fez um desconto no preço do produto de 7 meses, que é o tempo decorrido entre a compra do adubo e a venda do produto.

Na determinação dos níveis ótimos foi empregada a expressão:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Px}{Py/(1+R)^{7/12}}$$

Onde:

$\frac{dy}{dx}$ é o produto marginal do nutriente.

Px é o preço do nutriente.

Py é o preço do produto.

R é a taxa de juros.

O preço considerado para o nutriente foi Cr\$ 4,25/quilo, o preço do feijão pago aos agricultores foi Cr\$ 4,58/quilo, e foi considerada uma taxa de juros de 15%.

O QUADRO E.1 apresenta os níveis ótimos de adubação, os custos e a receita líquida do feijão para cada um desses níveis ótimos.

O nível ótimo de 87 kg de P_2O_5 /ha para os dados em conjunto, está dentro da faixa de variação que os níveis ótimos apresentaram para cada ano individualmente (mínimo de 77 kg de P_2O_5 /ha e máximo de 103 kg de P_2O_5 /ha). O objetivo de calcular esse nível ótimo para os dados reunidos é o de incorporar risco. Essa incorporação de risco é obtida pelo fato de se compensar as variações existentes pois com a reunião de todos os dados se encontra um nível ótimo médio suavizando os valores extremos (máximo e mínimo). Desse modo ao se fazer recomendações aos agricultores indicando esse nível ótimo médio estaria sendo incorporado risco através da eliminação da tendência de se recomendar níveis ótimos baseados num só ano ou em anos que apresentaram rendimentos elevados.

QUADRO E.1 - Níveis Ótimos de Adubação Fosfatada para o Feijão de Corda, Rendimento e Receita Líquida Provenientes Desses Níveis.

ANOS	Nível Ótimo kg de P ₂ O ₅ /ha	Rendimento kg/ha	Receita Bruta (Cr\$/ha)	Custos (Cr\$/ha)	Receita Líquida (Cr\$/ha)	Observações
1969	-	-	-	-	-	Efeito de adubação não foi significativo
1970	88	1.092	5.001,00	2.280,00	2.721,00	
1971	93	1.790	8.198,00	2.301,00	5.897,00	
1972	-	-	-	-	-	Efeito de adubação não foi significativo
1973	102	1.395	6.389,00	2.340,00	4.049,00	
1974	77	1.228	5.624,00	2.233,00	3.391,00	
1969-1974	84	1.178	5.395,00	2.263,00	3.132,00	