

O USO DA SIMULAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DE PLANOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA ^{1/}

Maurinho Luiz dos Santos ^{2/}
Lécio Maria Rodrigues ^{2/}
Sonia Coelho de Alvarenga ^{2/}
Evonir Batista de Oliveira ^{2/}

1. INTRODUÇÃO

Entre os pequenos agricultores, o processo de tomada de decisão é feito sobre bases empíricas. Conseqüentemente, não há planejamento sistemático, e a escolha dos cursos alternativos de ação firma-se na tradição e na intuição, embora se observe, em escala mínima, o emprego de processos de escolha mais racionais (3).

Os riscos inerentes à atividade agrícola tornam difícil a tarefa de decidir, considerando que os indivíduos buscam, sempre, maximizar suas funções de utilidade, embora para isso tenham de submeter-se a certo risco. O problema do agricultor é, então, decidir até que ponto vale a pena correr risco para alcançar um nível especificado de renda ou a renda máxima que ele pode conseguir ao aceitar determinado nível de risco. O risco é, portanto, variável importante no processo de decisão do produtor rural, principalmente do pequeno produtor, que arrisca relativamente mais para atingir níveis de renda iguais ou pouco superiores ao de subsistência.

HEYER (7) e LOW (9), dentre outros, sugerem que melhor compreensão do fator risco, no tocante a seus efeitos sobre a produção e desenvolvimento agrícola, constitui ingrediente essencial do planejamento racional da propriedade agrícola e do próprio setor agrícola, como um todo. No entanto, a variável risco está apenas começando a ser adequadamente considerada em estudos e planos relacionados com a produção agrícola nos países em desenvolvimento.

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para obtenção do grau de Magister Science em Economia Rural.

Recebido para publicação em 26-11-1981.

^{2/} Departamento de Economia Rural da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

Há bastante literatura baseada em estudos de estimativas de função de produção feitos a partir de dados extraídos de cortes transversais no tempo, incluindo estimativas do valor do produto marginal dos fatores (13). Encontra-se, também, número significativo de estudos baseados em preços-sombra de fatores estimados a partir de modelos determinísticos de maximização de renda, utilizando programação linear. Todos esses estudos partem do pressuposto de que os agricultores igualam o custo marginal à receita marginal — pressuposição verdadeira somente em casos de neutralidade em relação ao risco.

Segundo WIENS (14), a evidência empírica vem, consistentemente, indicando desvios significativos com relação ao critério convencional de otimização, isto é, a igualdade dos valores dos produtos marginais aos preços dos fatores correspondentes.

A idéia de SCHULTZ (11) de que fazendas de agricultura tradicional maximizam a renda e, conseqüentemente, utilizam recursos eficientemente, dentro da tecnologia tradicional, tem sido criticada. LIPTON (8), por exemplo, mostra a existência de agricultores que escolhem atividades de menor risco, ainda que menos lucrativas.

DILLON e ANDERSON (4) partem da pressuposição de que os agricultores são maximizadores de utilidade. Pode-se, pois, admitir a preocupação não só de tentar atingir maiores níveis de renda, como também de expor-se a menores riscos, isto é, evitar grandes variações no nível de renda.

Considerando todos os fatores adversos que afligem os produtores e os altos riscos a que eles estão sujeitos, as alternativas de produção constituem elemento importante, no sentido de tornar cada vez menores esses riscos e, portanto, assegurar aumento real de rendas, o que se refletirá, obviamente, em melhor nível de vida.

A proposição de combinações de atividades e respectivas combinações de fatores de produção, considerando as diversas interações entre os produtos, os recursos e as práticas culturais a serem adotadas, representa considerável ajuda para os produtores.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o uso da simulação como instrumental para determinar planos de produção que considerem tanto a maximização de renda quanto a minimização do risco.

2. METODOLOGIA

2.1. Simulação

Para determinar planos de produção agrícola, é necessário avaliar os recursos para a produção, as restrições em seu uso e as muitas atividades alternativas que podem ser incluídas no planejamento. Do ponto de vista econômico, essas atividades devem ser avaliadas para permitir a seleção das alternativas mais desejadas, em termos de possibilidade, lucrativa e preferência do agricultor.

Vários métodos analíticos podem ser usados, desde métodos de orçamentos de variada complexidade até a programação linear. Com uso adequado, qualquer uma dessas técnicas pode avaliar com sucesso as possíveis alternativas.

A programação linear procura, diretamente, a melhor combinação possível das atividades, determinado o plano de mais alta lucratividade. Há, porém, vários problemas inerentes à realidade da fazenda que não são adequadamente contornados por essa ferramenta de planejamento. O Método de Simulação, utilizado neste estudo, parece ser interessante adição às técnicas que até agora vêm sendo utilizadas no planejamento agrícola.

A simulação envolve a elaboração de um modelo abstrato da realidade e observações de como ele reage em diferentes condições, isto é, o sistema real é

substituído por um sistema análogo, com a finalidade de evidenciar os problemas da experimentação física.

Os modelos de simulação, os mais flexíveis e menos limitados dos modelos matemáticos, podem incluir estocacidade e tornar-se mais adequados aos problemas que qualquer outro tipo de modelo. Foi utilizado neste estudo o modelo proposto por DONALDSON e WEBSTER (5).

Basicamente, o método usa números aleatórios para selecionar as atividades e verificar-lhes o nível, sucessivamente. Deduzindo os recursos requeridos, o processo é repetido até que um plano seja construído. Essa rotina pode ser repetida muitas vezes, até que sejam obtidos planos aceitáveis.

Esse modelo de simulação tem as seguintes vantagens específicas:

(i) leva em consideração o conjunto de recursos, usando determinado número de atividades, cada uma com níveis máximo e mínimo específicos;

(ii) permite a escolha de atividades, dando-lhes maior peso no processo de seleção;

(iii) armazena e classifica os planos sucessivamente gerados, para emissão dos 100 melhores planos;

(iv) simplifica a interpretação dos resultados, computando os níveis das atividades como inteiros.

O primeiro estágio do processo consiste em estabelecer as restrições dos agricultores e os coeficientes técnicos para uma matriz similar à requerida pela programação linear. A matriz contém o nível máximo e o mínimo aceitáveis para cada atividade. O nível de uma atividade pode ser incluído no plano, caso esteja dentro do intervalo definido. Outros parâmetros incluídos no modelo são: o número máximo de atividades que podem ser incluídas no plano, o número de planos a serem simulados e inspecionados e o peso a ser dado a cada atividade para o processo de seleção. Esse peso é a frequência com que a atividade pode participar de determinado plano.

Estabelecida a matriz dos coeficientes, inicia-se o processo de geração de planos. Uma variável é selecionada aleatoriamente e usada para identificar uma atividade que irá integrar-se ao plano, com base na frequência de participação dessa atividade. Um segundo número aleatório gerado é utilizado para determinar um nível, inteiro; com esse número a atividade é incluída no plano, o qual deve estar dentro do intervalo especificado na matriz.

Computa-se o recurso remanescente. Essa seleção e ajustamento são repetidos até que os recursos remanescentes se tornem limitantes ou até que seja atingido o número de atividades descritas.

Se o número de atividades atingir o número especificado e permanecerem recursos disponíveis, as atividades incluídas no plano serão tomadas pela ordem de seleção e expandidas até que cada uma seja limitada por, pelo menos, uma restrição. Desse modo, é gerado um plano possível, constituído de atividades independentes com diferentes níveis.

O retorno líquido total do plano é calculado multiplicando o nível das atividades pelo retorno marginal em cada caso. Desde que o plano seja baseado em atividades aleatórias, o nível de retorno pode ser alto ou baixo. Neste estudo, simulam-se 20.000 planos e os 100 melhores serão selecionados com base no retorno líquido total. Esses planos serão apresentados em tabela, em ordem decrescente de retorno líquido, dos quais poderá ser selecionado um plano particular, de acordo com qualquer critério adotado. No estudo utilizou-se o critério da dominância estocástica.

2.2. *Dominância Estocástica*

É um instrumento metodológico que permite identificar alternativas mais efi-

cientes, por meio de comparações. HAZZEL (6) argumenta que a comparação baseada nos critérios da dominância estocástica é superior aos demais processos de avaliação, pelo fato de não exigir suposição muito restrita da forma algébrica da função de utilidade do agricultor.

As alternativas podem ser ações, planos ou tecnologias e são representadas por uma única variável, que pode apresentar valores discretos e contínuos. Neste estudo, a variável X é definida como lucro e as referências do agricultor, em relação a X , são transformadas numa função de utilidade $U(X)$.

A dominância estocástica varia em graus, e até o terceiro grau há pressuposições em relação às preferências do agricultor.

Visando ao melhor entendimento do processo, serão dadas, a seguir, algumas relações algébricas.

Consideram-se duas funções de densidade de probabilidade de X , $f(x)$ e $g(x)$, em que a variável aleatória X não toma valores fora do intervalo $[a, b]$, isto é, fora de $[a, b]$, $f(x)$ será sempre igual a zero. Considerando ainda que X varie continuamente no intervalo $[a, b]$, as funções cumulativas de distribuição (FCD) podem ser escritas do seguinte modo:

$$F_1(R) = \int_a^R f(x) dx \quad \text{e} \quad G_1(R) = \int_a^R g(x) dx$$

em que R varia continuamente no intervalo $[a, b]$.

O processo de acumular áreas sob $f(x)$ para definir $F_1(R)$ pode ser aplicado a $F_1(R)$ para acumular a área sob FCD e assim definir $F_2(R)$, para acumular a área sobre a FCD e assim definir $F_2(R)$, ou seja:

$$F_2(R) = \int_a^R F_1(x) dx \quad \text{e} \quad G_2(R) = \int_a^R G_1(x) dx$$

o que, analogamente, define

$$F_3(R) = \int_a^R F_2(x) dx \quad \text{e} \quad G_3(R) = \int_a^R G_2(x) dx$$

Generalizando, tem-se

$$F_n(R) = \int_a^R F_{n-1}(x) dx \quad \text{e} \quad G_n(R) = \int_a^R G_{n-1}(x) dx$$

com $n = 1, 2, 3, \dots, n$, e, para consistência, tem-se que

$$F_0(R) = f(x) \quad \text{e} \quad G_0(R) = g(x)$$

Os critérios de dominância estocástica foram apresentados por ANDERSON (1), primeiramente para variáveis contínuas e, em seguida, para variáveis discretas. Como, neste estudo, a variável X (lucro) foi considerada discreta, serão apresentados apenas os procedimentos de dominância estocástica para a variável discreta, de modo semelhante ao que foi feito por MOUTINHO, SANDERS e WEBER (10).

a) *Dominância Estocástica de Primeiro Grau (FSD)*: Para aplicar a dominância estocástica de primeiro grau na comparação dos planos, pressupõe-se que os agricultores preferissem somente maiores lucros.

É necessário conhecer as funções de probabilidade de cada plano analisado, por exemplo: $f(x_i)$ seria a função de probabilidade do plano F e $g(x_i)$ a função de probabilidade do plano G. Definidas as funções de probabilidade, elas serão convertidas em funções de distribuição cumulativa. Feito isso para todos os planos, podem-se compará-los, para verificar qual deles oferece maiores lucros, por meio da seguinte fórmula:

$$F_1(X_1) = \sum_{i=1}^N f(x_i) \quad r = 1, 2, \dots, n$$

$$G_1(X_1) = \sum_{i=1}^N g(x_i) \quad r = 1, 2, \dots, n$$

Sendo $F_1(X_1)$ e $G_1(X_1)$ funções de distribuição cumulativa (FCD) e $f(x_i)$ e $g(x_i)$ funções de probabilidade, para o plano G, pelo FSD, é necessário que $F_1(X_1) \leq G_1(X_1)$, com exata desigualdade para, no mínimo, um valor de r . A Figura 1a mostra a representação gráfica do primeiro grau de dominância estocástica.

Muitas vezes ocorrem situações, como a apresentada na Figura 1b, em que não se pode identificar o plano mais eficiente pelo FSD; emprega-se, então, a dominância estocástica de segundo grau.

b) *Dominância Estocástica de Segundo Grau (SSD)*: Com relação às preferências do agricultor, o segundo caso incorpora a pressuposição de que todo agricultor seja avesso ao risco.

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

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

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

$$G_2(X_2) = \sum_{i=2}^N G_1(X_i - 1) \Delta X_i$$

sendo $\Delta X_i = x_i - (x_i - 1)$; $F_2(x_r)$ e $G_2(x_r)$ as funções cumulativas para a dominância estocástica de segundo grau.

O plano F_2 domina o plano G_2 , se $F_2(x_r) \leq G_2(x_r)$. Tem-se que, se F_2 oferece mais lucro que G_2 , para qualquer nível de SSD cumulativa, então o plano F é dominante e o plano G é dominado (Figura 2a).

Muitas vezes, não é possível separar, pelo SSD, os planos dominantes dos planos dominados, como, por exemplo, na Figura 2b. Desse modo, não é possível identificar o plano mais eficiente, ou seja, o que oferece maiores lucros. Quando isso ocorre, utiliza-se a dominância estocástica de terceiro grau.

c) *Dominância Estocástica de Terceiro Grau (TSD)*: Nesse caso, a pressuposição, quanto à preferência do agricultor, é que a aversão ao risco diminua à medida que a riqueza aumenta.

As funções SSD cumulativas e os acréscimos da variável X são empregados na fórmula que permite encontrar a dominância estocástica de terceiro grau:

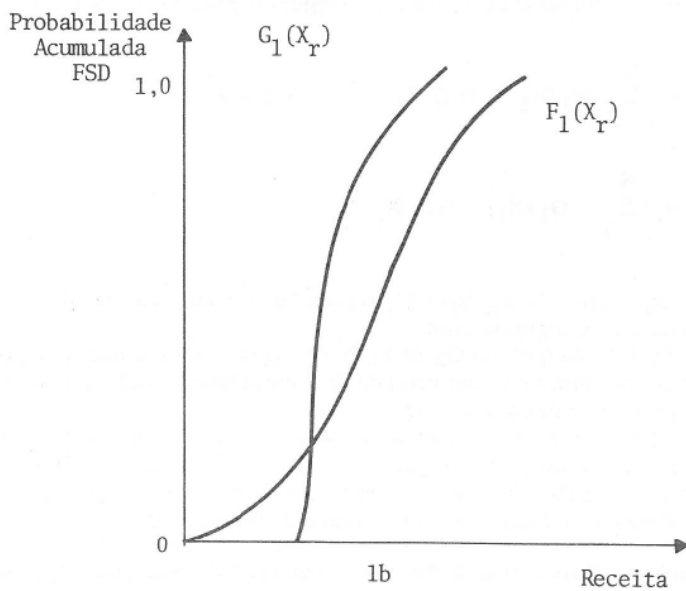
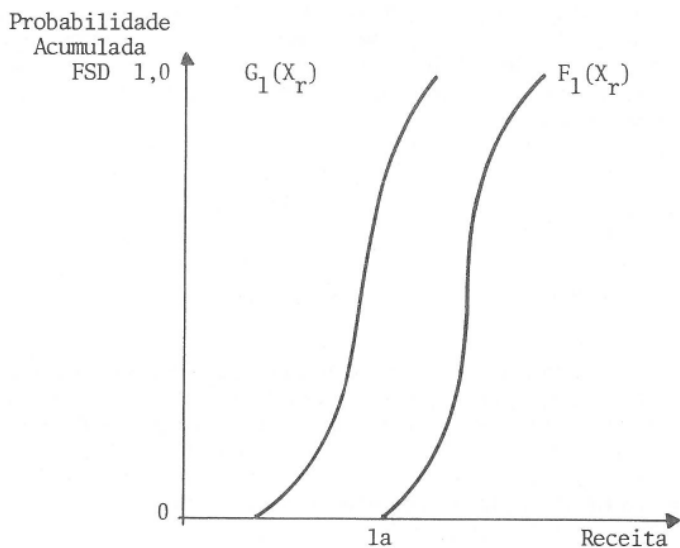


FIGURA 1 - Ilustração de dominância estocástica de primeiro grau.

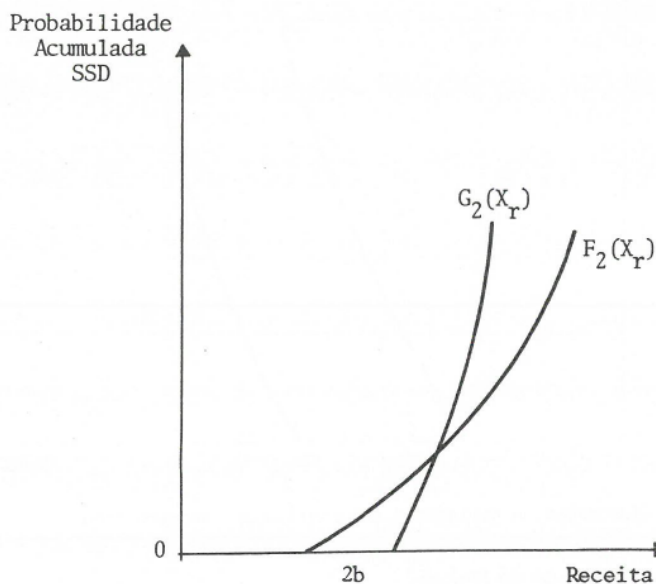
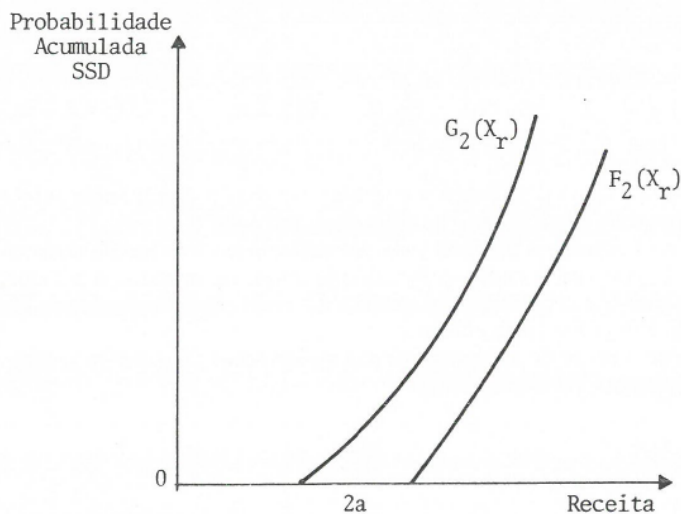


FIGURA 2 - Ilustração de dominância estocástica de segundo grau.

$$F_3(x_2) = \frac{1}{2} \sum_{i=2}^N |F_2(x_i) + F_2(x_i - 1)| \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

$$G_3(x_1) = \frac{1}{2} \sum_{i=2}^N |G_2(x_i) + G_2(x_i - 1)| \Delta x_i \quad r = 2, \dots, n$$

sendo $F_3(x_1)$ e $G_3(x_1)$ as funções cumulativas para a dominância estocástica de terceiro grau e $F_2(x_1)$ e $G_2(x_1)$ as SSD cumulativas.

O plano F domina o plano G pela dominância estocástica de terceiro grau, se $F_3(x_1) \leq G_3(x_1)$ com exata desigualdade, para, no mínimo, um valor de r . Na Figura 3 tem-se a representação gráfica da dominância estocástica de terceiro grau, sendo F o plano mais eficiente.

Utiliza-se a regra de alinhamento das observações pela ordem crescente de lucros, proposta por ANDERSON (2).

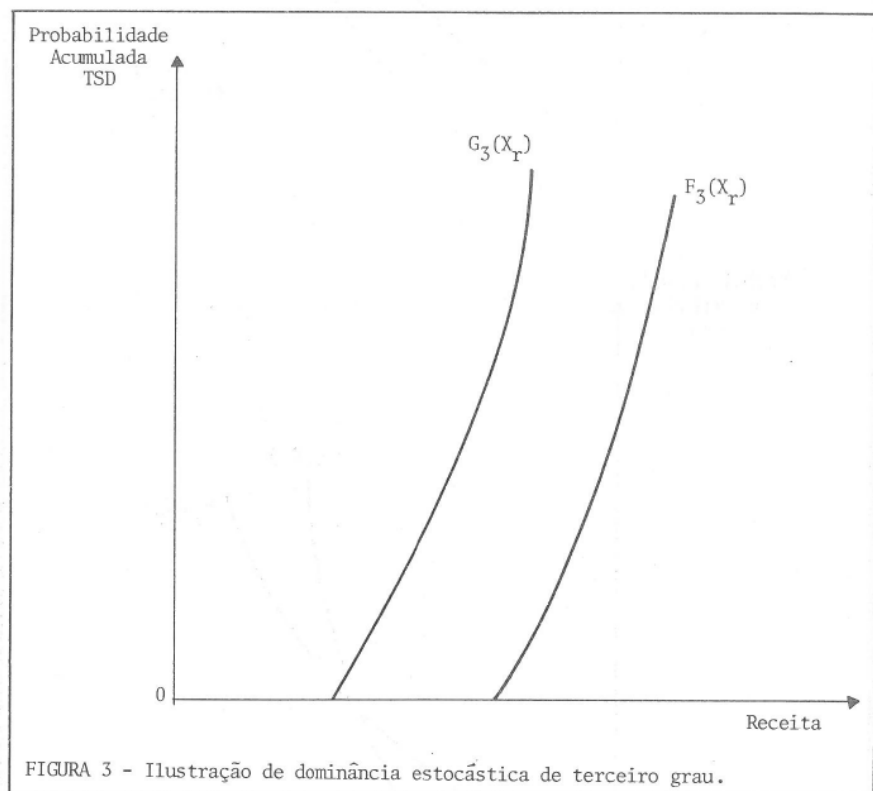


FIGURA 3 - Ilustração de dominância estocástica de terceiro grau.

2.3. Uma Aplicação do Modelo

Os dados utilizados foram obtidos pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, com base numa amostra de 144 propriedades da área de colonização de Itaituba — Pará, por meio de questionários, aplicados ao chefe da unidade familiar, em dezembro de 1978, com referência ao ano agrícola

1978. Esses dados foram coletados para atender ao convênio firmado entre a U.F.V. e o INCRA.

2.4. Recursos e Atividades

As restrições foram divididas em terra, mão-de-obra e capital. A terra foi ainda dividida em quatro outras restrições distintas, assim como a mão-de-obra. A restrição do capital foi caracterizada pela capacidade de empréstimo, pelo capital de giro e pelo investimento em benfeitorias e animais.

As atividades foram divididas em dois grupos: atividades produtivas e atividades de compra de insumos.

Maiores informações sobre a operacionalização das variáveis podem ser encontradas em SANTOS (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Planos Simulados

Para o processo de simulação foi utilizada a matriz da programação linear, acrescida da frequência de cada atividade, ou seja, a maior ou menor probabilidade de determinada atividade figurar nos planos gerados.

Dos 100 planos gerais, observou-se maior concentração de planos com 4,5 e 6 atividades (Quadro 1).

A cultura do arroz solteiro figurou em 87 planos, com área média plantada de 3,2 ha. A cultura apareceu também consorciada com milho, mandioca e mandioca + milho. Essas combinações apareceram em 24, 100 e 38 planos, com áreas médias plantadas de 2,4, 2,6 e 2,5 ha.

Além das culturas mencionadas, foi analisada a criação de suínos, aves e bovinos. As criações de suínos e aves constam nos planos, em média, com 2 e 40 cabeças, respectivamente. Dos planos simulados, 87 destinam-se à criação de suínos e 95 à de aves. A criação de bovinos não apareceu em nenhum plano simulado.

O nível de renda média dos planos simulados foi Cr\$ 42.401,00. Considerando-os agrupados pelas explorações que preconizam, observa-se um nível de renda de Cr\$ 38.782,00 até Cr\$ 47.983,00.

Dessa sessão foram selecionados alguns grupos de planos que serão separados e comparados pelo critério de dominância estocástica.

3.2. Separação dos Planos pelo Critério da Dominância Estocástica

Os planos foram separados pelo critério da dominância estocástica. Em seguida, compararam-se os planos separados com os planos atualmente mais usados pelos agricultores.

3.2.1. Separação de Planos

Os grupos de planos para a aplicação da dominância estocástica nessa etapa foram os seguintes:

- A — Arroz, milho, mandioca, suínos e aves
- B — Arroz, mandioca, suínos e aves
- C — Arroz, mandioca, aves ou suínos
- D — Arroz, mandioca, milho, suínos ou aves

QUADRO 1 - Planos alternativos de produção^{1/}, obtidos por simulação. PIC de Itaituba, Pará, 1978

ATIVIDADES																	
PLANOS	Arroz		Feijão		Milho		Mandioca		Arroz + Milho		Arroz + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Suínos (Cabeças)	Aves (Cabeças)	Renda
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)				
1	1	-	-	1	1	-	-	3	3	2	45	47983					
2	-	-	-	-	1	-	-	3	4	2	45	47696					
3	2	-	-	-	2	1	3	-	-	2	39	46952					
4	2	-	-	-	2	-	3	1	1	2	45	46654					
5	-	2	-	-	1	-	3	3	3	2	45	46547					
6	-	-	-	-	2	3	3	-	-	1	45	46484					
7	7	-	-	-	-	2	1	1	-	-	36	46455					
8	2	-	-	-	1	2	3	-	-	2	39	45946					
9	-	-	-	2	1	-	3	3	2	2	45	45755					
10	6	-	-	-	-	-	3	-	-	2	27	45479					
11	1	1	1	2	1	-	3	2	2	2	31	45478					
12	2	1	2	2	1	-	3	1	2	2	30	45031					
13	2	-	-	-	-	1	3	2	1	1	45	44876					
14	-	-	-	-	2	2	3	1	2	2	-	44823					
15	3	-	-	-	1	-	3	1	2	2	45	44819					
16	2	-	-	-	-	3	3	-	-	2	45	44475					
17	2	-	-	1	-	-	3	3	2	2	36	44412					
18	5	-	-	-	1	-	2	1	2	2	36	44133					
19	2	-	-	-	2	-	2	2	2	2	45	44108					
20	3	-	-	-	-	2	3	-	-	2	45	44085					

(Continua)

QUADRO 1 - (Continuação)

ATIVIDADES PLANOS		Arroz				Arroz + Milho		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Arroz + Milho + 	
----------------------	--	-------	--	--	--	------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	------------------------	--

(Continua)

QUADRO 1 (Continuação)

ATIVIDADES		Arroz +										Renda
		Arroz		Milho		Arroz + Mandioca		Milho + Mandioca		Suínos	Aves	
PLANOS		Arroz (ha)	Feijão (ha)	Milho (ha)	Mandioca (ha)	Arroz + Milho (ha)	Arroz + Mandioca (ha)	Milho + Mandioca (ha)	(Cabeças)	(Cabeças)	(Cabeças)	
61		4	-	-	1	-	3	-	2	-	41692	
62		3	-	-	1	4	1	-	-	39	41658	
63		2	-	-	2	-	3	-	2	45	41625	
64		2	-	-	1	-	3	1	2	45	41553	
65		2	-	-	-	-	2	4	2	45	41472	
66		2	-	-	2	-	3	-	2	45	41426	
67		1	-	2	1	-	2	3	2	45	41246	
68		3	2	-	-	2	2	-	2	45	41230	
69		5	-	-	-	-	3	-	2	29	41108	
70		3	-	-	1	-	3	-	2	42	40966	
71		1	-	-	-	-	2	-	2	10	40886	
72		1	-	-	2	-	1	4	2	45	40833	
73		2	-	-	-	2	3	-	2	45	40779	
74		2	-	-	2	-	3	-	2	37	40745	
75		5	-	-	-	-	1	3	2	45	40632	
76		4	-	-	1	-	1	3	2	34	40598	
77		5	-	-	-	-	3	-	2	22	40557	
78		2	-	-	-	-	2	4	2	37	40552	
79		3	-	-	2	-	3	-	1	45	40463	
80		5	-	-	1	-	2	-	-	45	40489	

(Continua)

(Continua)

QUADRO 1 - (Continuação)

PLANOS	ATIVIDADES					Arroz + Milho		Arroz + Mandioca		Arroz + Milho + Mandioca		Suínos (Cabeças)		Aves (Cabeças)		Renda
	Arroz	Feijão	Milho	Mandioca		(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(Cabeças)	(Cabeças)	(Cabeças)	(Cabeças)	
81	4	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	2	45	40416		
82	6	-	-	-	-	-	-	1	2	2	1	1	45	40371		
83	6	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	45	40361		
84	4	-	-	1	1	1	2	2	-	-	-	-	45	40348		
85	-	1	1	1	1	2	3	3	-	-	2	2	33	40206		
86	-	-	-	-	-	4	3	3	-	-	-	-	45	40197		
87	3	-	-	1	1	-	3	3	-	-	2	2	45	40190		
88	6	-	-	1	1	-	2	2	-	-	-	2	-	40135		
89	6	-	-	1	1	-	2	2	-	-	2	2	-	40134		
90	1	-	1	2	2	-	3	3	-	-	2	2	45	40123		
91	-	-	-	-	-	-	3	3	4	4	2	2	45	40064		
92	3	-	-	-	-	-	2	2	3	3	2	2	45	40029		
93	2	-	-	-	-	-	3	3	2	2	2	2	41	39915		
94	2	-	-	2	2	-	3	3	-	-	-	-	45	39905		
95	4	-	2	-	-	-	3	3	-	-	-	-	45	39843		
96	4	-	-	-	-	-	3	3	-	-	2	2	45	39841		
97	3	-	-	2	2	-	2	2	-	-	2	2	45	39802		
98	3	1	-	2	2	-	2	2	-	-	2	2	34	39792		
99	4	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	45	39791		
100	6	-	1	-	-	-	2	2	-	-	1	1	45	38782		
Média	3,2	1,5	1,5	1,4	2,4	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	40	42401		

1/ Não constam culturas perenes.

E — Arroz, feijão, mandioca, milho, suínos e aves

F — Arroz, feijão, mandioca, suínos e aves

Com a aplicação dos critérios de dominância estocástica de primeiro grau não foi possível separar nenhum dos grupos de planos (Figura 4).

A aplicação dos critérios de dominância estocástica de segundo grau permitiu separar o grupo de planos mais eficiente do ponto de vista da proteção contra o risco, qual seja, o grupo E, constituído das seguintes atividades: arroz, feijão, mandioca, milho, suínos e aves (Figura 5).

O arroz solteiro entrou nesse grupo de planos com área média de 2,2 hectares; quando consorciado com milho, mandioca e milho + mandioca, entrou com área média de 1,7, 3,0 e 1,8 hectare, respectivamente.

A área média com a cultura de milho, mandioca e feijão, solteiros, foi de 1,6, 1,7 e 1,0 hectare, respectivamente.

O grupo de planos previu, ainda, a criação de 2 cabeças de suínos e 37 cabeças de aves.

O nível médio de renda para esse grupo de planos foi de Cr\$ 43.634,00.

3.2.2. *Comparação dos Planos Simulados mais Eficientes com os da Amostra*

Para fins de análise comparativa, foi feita uma coletânea de planos alternativos de produção.

Dos 144 proprietários analisados, observou-se maior concentração de indivíduos que utilizavam os seguintes planos:

A — Suínos, aves, arroz, milho e mandioca

B — Suínos, aves e arroz

C — Aves e arroz

D — Suínos, aves, arroz e mandioca

E — Aves, arroz e mandioca

A primeira observação que se pode fazer com respeito a planos selecionados é que a amostra de planos executados pelos agricultores não contém alguns planos simulados. Da mesma forma, a amostra de planos simulados não contém elementos com a combinação de explorações indicadas pela amostra dos agricultores.

De modo geral, os planos simulados, tidos como mais eficientes pelos critérios de dominância estocástica, coincidem, em grande parte, com os executados pelos agricultores. Notou-se, por exemplo, que os planos simulados com culturas perenes diferenciaram-se entre si, por contarem com as culturas do feijão e do cacau e não contarem com a cultura do milho.

Tais resultados mostram que os agricultores, de forma intuitiva, atribuem probabilidades subjetivas a cada tipo de exploração existente.

O número elevado de explorações foi uma constante nos planos estabelecidos, o que reforça a idéia de que a diversificação é elemento de proteção contra o risco.

4. RESUMO

A determinação de planos de produção é uma atividade que pode ajudar os produtores a alcançar maior nível de renda sem alterar, de modo muito sensível, sua estrutura de produção. Permite, também, que se respeite a individualidade dos produtores, quanto à escolha de seu plano de produção, ao mesmo tempo que leva esses produtores a usar práticas mais produtivas.

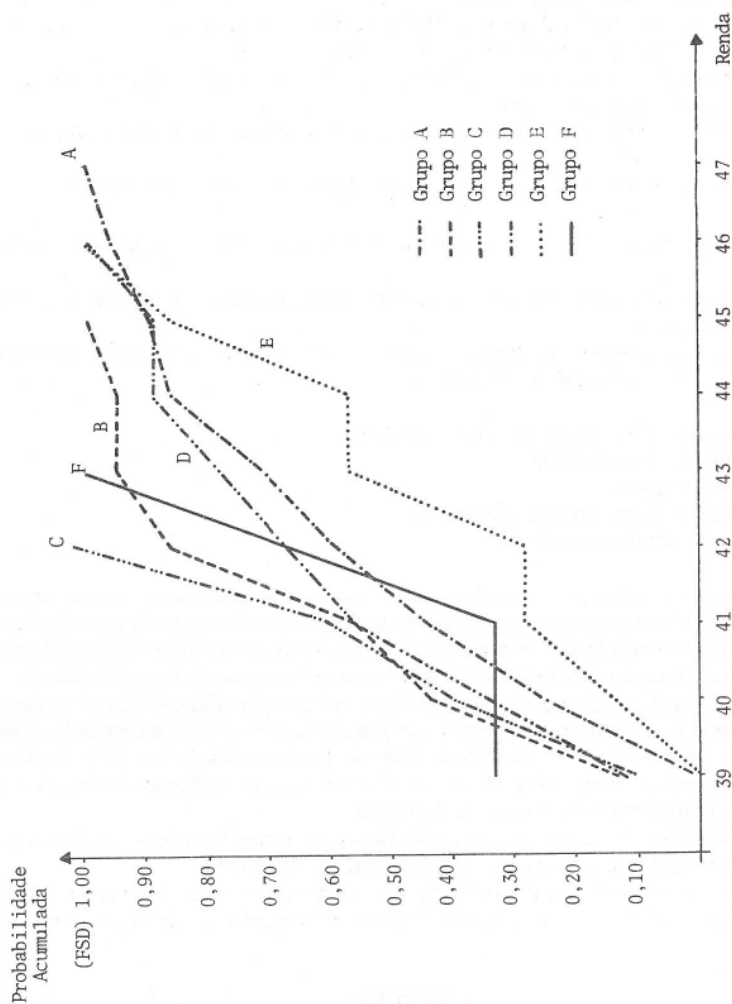
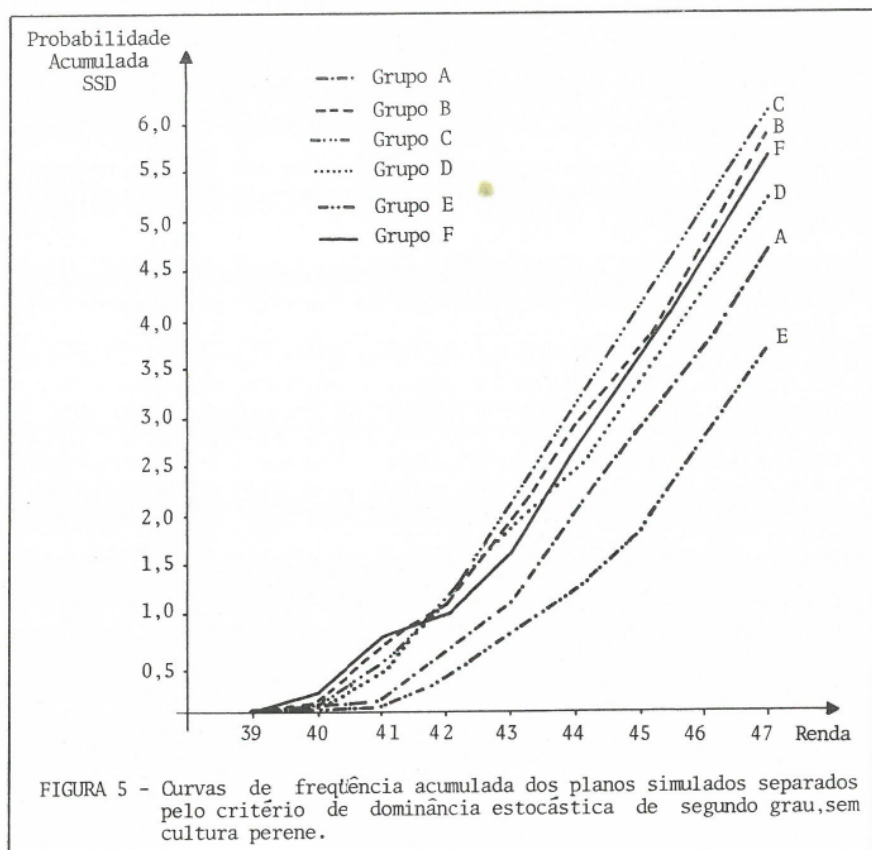


FIGURA 4 - Curvas de frequência acumulada dos planos simulados separados pelos critérios de dominância estocástica de primeiro grau, sem cultura perene.



O modelo de simulação utilizado neste trabalho mostrou-se bastante eficaz na determinação dos planos de produção. Vale lembrar, contudo, que os resultados obtidos são atribuídos aos parâmetros e às restrições utilizadas na matriz de programação linear, bem como aos níveis de freqüência de cada atividade.

Sendo assim, é necessário ter cuidado e critério na montagem do programa, de tal forma que eles representem a situação real dos produtores.

5. SUMMARY

Simulation is used in this work through and application of the model developed by Donaldson and Webster. Random numbers were used in the selection process.

The simulation approach is presented as a practical and useful tool in the evaluation of more alternatives than can usually be handled by budgeting. It enables the incorporation of a number of constraints which could not be satisfactorily handled by linear programming such as the accumulative frequency of activities and the number of activities per plan.

Results demonstrate the potential of the model as an analytical tool for farm planning studies.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, J.R. Risk efficiency in the interpretation of agricultural production research. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 42(3): 131-184, 1974.
2. ANDERSON, J.R. Sparse data, climatic variability and yield uncertainty in response analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 55(1):77-82, 1973.
3. DILLON, J.L. *Avaliação de tecnologias agrícolas alternativas sob risco*. Fortaleza, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 1975. 23 p.
4. DILLON, J.L. & ANDERSON, J.R. Allocative efficiency, traditional agriculture and risk. *American Journal of Agricultural Economics*, 53:32-36, 1971.
5. DONALDSON, G.F. & WEBSTER, J.P.G. *An operating procedure for simulation farm planning; Monte Carlo method*. Kent, Wye College, University of London, 1968. 30 p.
6. HAZELL, P.B.R. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, 53(1):53-62, 1971.
7. HEYER, J. An analysis of peasant farm production under conditions of uncertainty. *Journal of Agricultural Economics*, 13:135-146, 1972.
8. LIPTON, M. The theory of the optimizing peasant. *Journal of Development Studies*, 4:496-508, 1968.
9. LOW, A.R.C. Decision making under uncertainty: a linear programming model of peasant farm behavior. *Journal of Agricultural Economics*, 25:311-320, 1974.
10. MOUTINHO, F.A., SANDERS, Jr., J.H. & WEBER, M.T. Tomada de decisão sob condições de risco em relação a nova tecnologia para a produção de feijão em corda. *Revista Brasileira de Economia*, 16(4):41-58, 1978.
11. SCHULTZ, T.W. *Transforming traditional agriculture*. New Haven, Yale University Press, 1964. 207 p.
12. SANTOS, M.L. *Determinação de planos de produção agrícola em áreas de colonização*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1980. 71 p. (Tese M.S.).
13. SOARES, A.C. de & MEYER, R.L. Alocação de recursos e escolha de atitudes sob condições de risco em fazendas cotonicultoras do nordeste semi-árido. *Revista de Economia Rural*, 17(2):96, 1970.
14. WIENS, T.B. *Uncertainty and factor allocation in a peasant economy*. Corvallis, University of Oregon, 1973. 37 p. (Working Papers in Economics, 2).