

# **SELEÇÃO, PELA DOMINÂNCIA ESTOCÁSTICA, DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS EFICIENTES COM RESPEITO AO RISCO - UMA APLICAÇÃO PARA A CULTURA DE MILHO**

João Carlos Garcia  
José Carlos Cruz<sup>1</sup>

## **SINOPSE**

O desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de produção, devem levar em conta a adaptabilidade destas, aos objetivos dos agricultores a que se destinam. Estes baseiam a escolha da tecnologia em critérios econômicos (p. ex., lucro) e/ou psicológicos (p. ex., risco). O objetivo deste trabalho é uma investigação acerca do comportamento de um conjunto de práticas agrícolas, com respeito a lucro e risco. Foi utilizada a técnica de dominância estocástica, para a seleção das alternativas com possibilidades de serem escolhidas por agricultores avessos ao risco. De um modo geral, dentro das restrições apresentadas pelos dados empregados, nota-se, que grandes aumentos no preço do milho não contribuem para maior uso de híbridos ao invés de variedades, o que tornaria possível ganhos, em termos de lucro, apenas com o aumento da população de plantas. O uso de maior quantidade de adubo está vinculado à utilização de híbridos e de uma população maior do que a usualmente empregada.

## **SUMMARY**

The development and diffusion of new technologies of production, must take into account the adaptability of these new technologies to the farmer's objectives. The selection of technology to be adapted by the farmers is based in economical (profit) and psychological criteria (risk). The objective of this paper is to investigate the behavior of a series of cultural practices with respect to Profit and risk. The technique of stochastic dominance will be used to select the alternatives that could be chosen by the "risk averse" farmers. Within the restrictions Presented by the data used, it seems that great increases, in the corn price do not contribute to a greater use of fertilize, by the "risk averse" farmers. There are possibilities for diffusion of the use of híbridos instead of varieties that would make possible a better profit, only with the increase of plant Population. The use of greater quantity of fertilizer is closely associated with the utilization of híbridos and also with the use of greater populations.

---

<sup>1</sup> Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA.

## **SELEÇÃO, PELA DOMINÂNCIA ESTOCÁSTICA, DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS EFICIENTES COM RESPEITO AO RISCO - UMA APLICAÇÃO PARA A CULTURA DE MILHO**

João Carlos Garcia  
José Carlos Cruz

### **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de produção devem levar em conta a adaptabilidade destas aos objetivos dos agricultores para os quais se destinam. Reconhece-se que os critérios empregados pelos agricultores para nortear a escolha de uma ou outra tecnologia, geralmente, diferem em alguns pontos, daqueles comumente empregados pelos pesquisadores e extensionistas na escolha das técnicas a serem difundidas. Se os objetivos são diferentes, e isto implica em critérios também diferentes, a escolha, entre as tecnologias alternativas, feita pelos agricultores pode não coincidir com a dos pesquisadores e extensionistas, e a técnica desenvolvida ou difundida corre o risco de não ser adotada.

O uso de critérios essencialmente técnicos, como produtividade, pode levar a tecnologias diferentes daquelas que seriam escolhidas com base em critérios econômicos e/ou psicológicos. O lucro máximo, sujeito à restrição de recursos, é geralmente considerado como o objetivo econômico. A busca de segurança é o mais característico dos critérios psicológicos. Esta pode se expressar pelo desejo de uma maior probabilidade de se obter um dado lucro ou um dado nível mínimo de produção, pelo desejo de uma menor variação da renda ou do lucro, entre anos ou por qualquer medida que envolva considerações com respeito ao risco.

Se, no processo de escolha, um agricultor der maior ênfase a um destes critérios - econômicos ou psicológicos - do que outro agricultor, isto poderá conduzir à eleição de técnicas diferentes que, geralmente, ainda serão diferentes daquelas escolhidas com base em critérios puramente técnicos. Esta maior ênfase dada a um destes critérios seria, na verdade, um reflexo das preferências do agricultor com respeito à renda e ao risco.

Já existe um consenso de que a recomendação de práticas isoladas é falha, por não levar em consideração as interações que podem existir entre elas. Cada uma terá uma eficiência (e aqui pode ser aplicado qualquer critério), que somente ocorrerá se as outras complementares forem realizadas de certa maneira ou intensidade. A recomendação deverá ser feita tentando-se então agrupar, na medida do possível, as práticas que mais se relacionarem. Um exemplo de um

conjunto de práticas, geralmente bastante relacionadas, seria a escolha do cultivar (qual variedade ou híbrido), o nível de adubação a ser utilizado, a população de plantas por área e o espaçamento entre fileiras. O comportamento da produção com respeito a estas práticas está, frequentemente, vinculado a fatores incontroláveis de clima e, conseqüentemente, o produtor se defronta com o risco, na seleção de qual combinação de práticas adotará em seu empreendimento.

O objetivo deste trabalho é uma investigação acerca do comportamento de um conjunto de práticas agrícolas com respeito a lucro e risco.

Será utilizada a técnica de dominância estocástica, para seleção das alternativas que, possivelmente, seriam escolhidas por agricultores que se mostrem avessos ao risco.

## **2. MATERIAL**

Os dados utilizados são o resultado de um experimento realizado durante três anos (1973/74, 1974/75 e 1975/76), com dois híbridos (AG-257 e IAC-Hmd 7974) e duas variedades (IAC-Maya X, IPEACO Dentado Composto VI) de milho, quatro níveis fixos de adubação realizada a lanço (30-25-10, 80-75-40, 130-125-70, 180-175-100) e três populações (30, 60 e 90 mil plantas por hectare). O experimento foi realizado simultaneamente em cada ano em três regiões de Minas Gerais (Governador Valadares, Sete Lagoas e Patos de Minas). Uma análise agrônômica dos resultados deste experimento está em (4).

A variabilidade climática será levada em consideração pelas observações num mesmo local nos diferentes anos e em diferentes locais num mesmo ano, caso tenham ocorrido diferenças de clima entre os locais.

Serão feitos dois testes: num serão utilizados os valores médios das repetições de cada tratamento; noutro, as repetições, em número de três, dentro de cada experimento, serão utilizadas como observações isoladas, pois os desvios da média que apresentam são indícios de variações que devem ser levadas em consideração (seria o risco advindo de se acreditar que uma cultivar, em determinadas condições, tem uma dada produtividade, quando, na verdade, esta se situa ao redor deste valor, que nada mais é do que uma média). A introdução de vários locais tende a dar maior generalidade aos resultados, porém a análise pode ser feita isoladamente para cada região, caso se deseje maior especificidade quanto a condições locais de clima e solo.

Os aspectos econômicos serão verificados de forma contábil, e deste modo é que o lucro de cada alternativa será calculado. A distribuição probabilística deste lucro é que dará a indicação de maior ou menor risco da combinação. Pode-se argumentar que o número de anos disponíveis é pequeno e, portanto, incapaz de retratar a verdadeira variabilidade dos resultados de cada combinação. Entretanto, são estas as informações disponíveis e, se não retratam a variabilidade, ao menos a introduzem no problema.

Para o cálculo do lucro serão utilizados três níveis de preços para o milho. O primeiro é o preço mínimo fixado para a safra de 77/78, que o agricultor terá garantido na colheita. O segundo refere-se a um preço 45% superior e o terceiro a um preço 45% inferior ao mínimo fixado. Estas variações servirão para dar uma ideia acerca das modificações na seleção das alternativas, caso os preços de garantia sejam modificados. O preço dos outros insumos foram os de agosto de 1977.

### 3. DOMINÂNCIA ESTOCÁSTICA E A DECISÃO EM CONDIÇÕES DE RISCO

A técnica de dominância estocástica pode ser utilizada para realizar a seleção, entre as alternativas disponíveis, daquelas que seriam eficientes com relação ao risco. Para um maior desenvolvimento e aplicação desta técnica, ver (1), (3) e (6).

Uma série de regras permite a seleção das combinações por este método, e esta é feita em três estágios: a dominância estocástica de primeiro, segundo e terceiro graus. Se a utilidade é função de apenas uma variável aleatória  $x$  (no presente caso, lucro), e temos duas distribuições  $h(x)$  e  $g(x)$ , que são definidas no intervalo  $a \leq x \leq b$ , onde  $h(x)$  é relativa à alternativa  $H$  e  $g(x)$  à alternativa  $G$ , pode-se definir, para valores de  $R$  entre  $a$  e  $b$ , as seguintes relações:

$$H_1(R) = \int_a^R h(x) dx \quad G_1(R) = \int_a^R g(x) dx \quad (1)$$

$$H_2(R) = \int_a^R H_1(x) dx \quad G_2(R) = \int_a^R G_1(x) dx \quad (2)$$

$$H_3(R) = \int_a^R H_2(x) dx \quad G_3(R) = \int_a^R G_2(x) dx \quad (3)$$

Estas relações expressam as distribuições acumuladas, respectivamente, de primeira, segunda e terceira ordens de  $h(x)$  e  $g(x)$ .

A dominância estocástica de primeiro grau de  $H$  sobre  $G$  ocorre, se

$$H_1(R) \leq G_1(R) \quad (4)$$

para todo  $R$  entre  $a$  e  $b$ , sendo a desigualdade verdadeira para ao menos um valor de  $R$ .

Ocorrerá dominância estocástica de segundo grau de  $H$  sobre  $G$ , se

$$H_2(R) \leq G_2(R) \quad (5)$$

para todo R entre a e b, a desigualdade sendo verdadeira para ao menos um valor de R.

A dominância estocástica de terceiro grau segue as mesmas regras anteriores, na seguinte relação:

$$H_3(R) \leq G_3(R) \quad (6)$$

Estas regras estão relacionadas com a função de utilidade do tomador de decisões (uma demonstração matemática pode ser encontrada em (1)). Se este tem uma função de utilidade  $U(x)$ , onde  $x$  continua sendo o lucro, de tal forma que  $dU/dx > 0$ , ele irá preferir as distribuições que sejam dominantes de primeiro grau. Se sua função de utilidade for tal que apresente, além de  $dU/dx > 0$ ,  $d^2U/dx^2 < 0$ , ele preferirá as distribuições que se mostrem dominantes de segundo grau. Caso apresente as mesmas características anteriores, e além destas  $d^3U/dx^3 < 0$ , ele preferirá as distribuições dominantes de terceiro grau.

Segundo os postulados da teoria de escolha envolvendo risco, de Von Neumann e Morgenstein (ver (10)), um indivíduo que possui uma função de utilidade com  $dU/dx > 0$  (utilidade marginal dos ganhos positivos) preferirá ganhar mais a ganhar menos. Este indivíduo selecionará, das combinações disponíveis, aquelas que sejam dominantes de primeiro grau. As dominantes de segundo grau serão escolhidas, ainda de acordo com a mesma teoria, por aquele avesso ao risco, ou seja, aquele que entre duas distribuições do mesmo rendimento médio esperado, preferiria a menos arriscada. As dominantes de terceiro grau seriam escolhidas por aquele que se tornar menos avesso ao risco com o aumento da riqueza (1).

Parece ser bastante lógica a suposição de que o indivíduo possui a derivada primeira da função de utilidade, com respeito ao lucro, positiva. A existência da derivada segunda negativa é uma decorrência da escolha do público, a quem se dirigiriam as recomendações. O sinal da derivada terceira já se mostra mais difícil de justificar. A razão de seu uso estaria justamente em reduzir mais o número de alternativas disponíveis. Caso esta redução não se mostre interessante, pode-se trabalhar apenas até a segunda etapa, evitando-se a necessidade de uma suposição tão forte.

A essência da teoria Bernoulliana da decisão (o indivíduo adota um procedimento que maximiza a esperança matemática de sua utilidade) está dependente de dois elementos altamente subjetivos (5): a probabilidade formulada pelo tomador de decisões acerca da ocorrência das diferentes alternativas disponíveis e a sua função pessoal de utilidade, relacionada com as conseqüências de cada alternativa possível.

A consideração de qualquer um destes dois elementos em uma análise, por sua subjetividade, é bastante dificultada. O conhecimento da função de utilidade,

ou de fatores como coeficientes de aversão ao risco, (7), (8), (9), é de obtenção difícil e de altos custos (1). Além disso, por sua característica de individualidade, muito pouco pode ser extrapolado para toda a sociedade ou para grupos desta.

Uma das vantagens da técnica de dominância estocástica é que ela necessita apenas de uma especificação genérica do comportamento do indivíduo com respeito ao risco. Uma decorrência disto é que, ao invés de se obter um ponto ótimo, em termos de eficiência com relação ao risco, obtém-se um conjunto de alternativas que seriam igualmente eficientes a este respeito, o que, dependendo do tamanho do conjunto escolhido, poderá não representar nenhuma perda. Se este conjunto de alternativas for suficientemente restrito, ou de tal forma que se possam identificar algumas características comuns entre elas, esta técnica se mostrará mais eficiente do que as que necessitam de especificações da função de utilidade. Caso contrário, servirá apenas como uma primeira seleção de alternativas, que, em uma fase posterior, terão que ser submetidas a novos testes mais específicos.

Com respeito à probabilidade subjetiva da ocorrência de certos eventos, esta continua se constituindo em um problema. Se a distribuição de probabilidades empregada é diferente daquela formulada pela audiência a quem se destinam as recomendações, estas recomendações poderão se mostrar falhas. Entretanto, uma distribuição de probabilidade para os resultados das alternativas tem que ser utilizada. Para a especificação da função de distribuição de probabilidade acumulada, assumiu-se que cada um dos segmentos que a compõem cobre um intervalo de igual probabilidade acumulada. Isto fornece uma situação diferente da apresentada pela regra de Schlaifer (2). No presente caso, a  $p$ -ésima das  $N$  observações colocadas em ordem crescente, constituiria uma estimativa do  $(P-1)/(N-1)$  frátil. Pela regra de Schlaifer esta seria uma estimativa do  $P/(N+1)$  frátil. Entretanto, quando o número de pontos é suficientemente grande, a diferença entre os dois procedimentos é reduzida e tarefa de comparação de duas distribuições, com igual número de segmentos, é bastante facilitada.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados do teste, onde as médias das repetições foram utilizadas, estão no quadro 1, para os diversos preços do milho. Em todos os casos, as distribuições que foram dominantes de segundo grau também o foram no terceiro grau, à exceção de duas distribuições na versão de preço mais alto. Como as versões com preços extremos são apenas para verificar possíveis modificações nos conjuntos das alternativas escolhidas, provocadas por variações nos preços, uma análise mais detalhada será feita apenas para a situação na qual o preço considerado para o milho foi o mínimo fixado para a safra 77/78.

Das 48 alternativas iniciais, 16 foram, na versão com preços mínimos, consideradas dominantes de primeiro grau. Desta forma, apenas um terço das

**Quadro 1.** Alternativas Seleccionadas pela Dominância Estocástica de 1º, 2º e 3º Graus. As Médias das Repetições Constituem as Observações.

Preço do Milho		Baixo				Preço Mínimo				Alto			
Cultivar	Ad.	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	Pop.												
Ag-257	30	3	0	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0
	60	3	1	0	0	3	3	0	0	2	3	1	1
	90	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
IAC-Hmd 7974	30	3	0	0	0	3	1	0	0	3	2	0	0
	60	3	1	0	0	3	3	1	1	3	3	1	1
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAC-MAYA X	30	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
	60	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IPEACO DENT. COMPOSTO VI	30	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

População em 1.000 plantas/ha.

Níveis de adubo: A (30-25-10), B (80-75-40), C (130-125-70), D (180-175-100).

Se uma combinação é dominante de 19 grau, possui o número 1, se também é de 29, o número 2, e se também de 39, o número 3.

alternativas testadas se mostra com possibilidade de ser escolhido pelos agricultores que tivessem a preferência por mais lucros e se mostrassem indiferentes ao risco. Neste nível, os cultivares apresentaram comportamentos diferentes. As variedades (IAC-Maya X e I PEACO Dentado Composto VI) aparecem em níveis de população e de adubação baixos (apenas uma exceção), indicando uma baixa capacidade de resposta à aplicação de adubos. Das 24 alternativas com variedades, apenas 4 permaneceram.

Os híbridos apresentaram comportamento diferente das variedades e entre si. Para o AG-257 a população pode ser aumentada até o limite superior testado, porém a adubação fica restrita aos dois níveis inferiores. Para o IAC-Hmd 7974, com a população de 60.000 plantas, a adubação pode ir até níveis bastante altos. Isto, porém, mostra-se arriscado, e um agricultor avesso ao risco não tentaria nem altas populações nem altas doses de fertilizantes com nenhum dos cultivares, como se pode apreender das distribuições que se mostraram dominantes de segundo grau.

No presente caso, as distribuições dominantes de segundo grau são as mesmas que dominam em terceiro grau. A suposição necessária para a escolha neste último nível pode então ser dispensada, por não se constituir em nenhum ganho, fazendo-se a análise somente com as dominantes de segundo grau

Esta análise mostra que, para o caso das variedades, as alternativas com possibilidade de serem escolhidas são aquelas com baixa população e baixo nível de adubação. Para os híbridos, tem-se a possibilidade de maior população e também um nível de adubação mais elevado em relação às variedades, porém as alternativas de baixa população e adubação não são descartadas.

A classificação, pelo valor da renda líquida média, das distribuições dominam segundo grau indica que foram incluídas tanto a de maior lucro (AG-257; 60.000 plantas e adubação B) como a classificada em 25º lugar (IPEACO Dentado Composto VI; 30.000 plantas e adubação A). A renda líquida média entre estes extremos cresceu em 36%, porém o desvio padrão desta aumentou em 79%.

A situação não se altera substancialmente quando os preços se elevam. Apenas ocorre um pequeno aumento no número de distribuições que são dominantes de primeiro grau (passam de 16 para 17), devido à retirada de alternativas com menor nível de adubação (duas) e à inclusão de outras com maior uso de fertilizantes (três). Este resultado é bastante lógico de ocorrer, visto que esta prática se torna mais lucrativa quando o preço do produto é aumentado. Além disso, ocorre também uma ligeira redução no número de distribuições que são dominantes de segundo grau (nove) quando feita a seleção para a dominância de terceiro grau (sete). Desta forma, parece pouco provável que grandes aumentos nos preços favoreçam uma maior utilização de fertilizantes, ao menos com os cultivares estudados, e mesmo uma maior utilização de híbridos, ao invés de variedades, por agricultores avessos ao risco.

Ao contrário da versão com preços altos, quando estes caem a níveis muito baixos há uma certa redução no número das distribuições selecionadas em primeiro grau (de 16 para 17) e uma pequena redução nas de segundo e terceiro graus (8 para 6). As alterações ocorrem, entretanto, somente entre os híbridos, já que para as variedades os resultados são os mesmos. A modificação mais notável é a redução do número de distribuições dominantes de primeiro grau que utilizam maior adubação, e até mesmo a concentração no nível mais baixo de fertilizantes daquelas que seriam escolhidas pelos agricultores avessos ao risco. O mesmo fator que influenciou o aumento nas distribuições quando o preço subiu é o responsável pelo efeito inverso sobre as alternativas com maior nível de fertilizantes.

Para os testes onde as repetições foram utilizadas como observações isoladas, um resumo dos resultados está no quadro 2.

**Quadro 2.** Alternativas Seleccionadas pela Dominância Estocástica de 19, 29 e 39 Graus. As Repetições Constituem as Observações.

Preço do Milho		Baixo				Preço Mínimo				Alto			
Cultivar	Ad.	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	Pop.												
Ag-257	30	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	60	3	1	0	0	3	3	0	0	3	3	1	1
	90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
IAC-Hmd 7974	30	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	60	3	1	0	0	3	3	1	1	3	3	1	1
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAC-MAYA X	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	60	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IPEACO DENT. COMPOSTO VI	30	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	60	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

População em 1.000 plantas/ha.

Níveis de adubo: A (30-25-10), B (80-75-40), C (130-125-70), D (180-175-100).

Se uma combinação é dominante de 1º grau, possui o número 1, se também é de 2º, o número 2, e se também de 3º, o número 3.

Na versão com preço mínimo, a seleção de primeiro grau reduziu o conjunto de 48 para 13 alternativas e restaram apenas quatro quando da seleção de segundo grau. A seleção para dominância de terceiro grau, entretanto, não provocou nova redução. Nenhuma das distribuições com população de 90.000 plantas foi escolhida. Com respeito às variedades, nenhuma se mostrou dominante de segundo grau, ou seja, não seriam aceitas por um agricultor avesso ao risco. Estes escolheriam apenas híbridos com a população de 30.000 plantas/ha. Com esta população, não foi possível separar os dois níveis inferiores de adubação, nem com a utilização dos critérios de até terceiro grau. O IAC-Hmd 7974 continua se mostrando com algumas possibilidades mesmo nos níveis mais altos de fertilizantes, embora estas distribuições tenham se mostrado de maior risco.

Uma nova classificação, pelo valor da renda líquida média das distribuições dominantes de segundo grau, inclui alternativas de maior renda (novamente AG-257; 60.000 plantas e adubação B), e uma que foi classificada em 89 lugar (IAC-

Hmd 7974; 60.000 plantas e adubação A). A renda líquida média entre estes extremos cresceu de 16,5% e o desvio padrão aumentou em 23%.

Com o preço do milho alto, há um aumento no número de alternativas selecionadas em primeiro grau, porém as de segundo grau continuam as mesmas que com o preço mínimo. Nesta versão, até as variedades se mostraram (em 19 grau) como alternativas viáveis para o uso de altas dosagens de fertilizantes. É interessante assinalar que para o AG-257, as alternativas com maior população e dosagem de adubo se mostraram viáveis para agricultores indiferentes a risco.

Com o preço baixo, o conjunto das alternativas que seria escolhido por agricultores avessos ao risco reduz-se a três distribuições, constituindo-se daquelas de híbridos, com população média ou baixa e com nível inferior de adubação.

## **5. CONCLUSÕES**

As conclusões deste estudo sofrem, basicamente, de duas limitações: a aplicação de adubo foi realizada a lanço, o que pode ter diminuído a eficiência fertilizante, e a não existência de dados para as alternativas com o nível zero de fertilizantes. A utilização de uma outra forma mais eficiente de distribuição de adubo poderia beneficiar as alternativas com maior uso de adubo. As alternativas sem adubação, por sua vez, poderiam se mostrar como menos arriscadas e dominarem as com adubação, mesmo aquelas com menor quantidade de fertilizantes. Desta forma, os resultados se mostram como preliminares e devem ser tomados com alguma reserva, até que se disponha de dados mais completos a este respeito.

De um modo geral, houve uma predominância de alternativas que empregam híbridos, e nestas se destacam as com populações de 60.000 plantas e uso dos níveis mais baixos de adubo, que são altos em relação aos utilizados no Brasil. Caso fossem disponíveis dados para alternativas com um melhor balanceamento de nutrientes, provavelmente há excesso de K nos níveis mais altos, talvez fosse possível a inclusão de distribuições com maior dosagem de N e P.

As variedades, mais comuns de serem utilizadas pelos pequenos agricultores, só se mostram mais viáveis com baixos níveis de população e de fertilizantes, uma situação que parece ser confirmada por observações empíricas.

Aumentos drásticos nos preços do milho não parecem capazes de contribuir para um maior uso de fertilizantes por agricultores avessos ao risco.

Se o preço do milho cai muito, a tendência é reduzir as doses de adubo, porém a população de plantas não é reduzida.

Uma conclusão mais geral é a de que existem possibilidades de ganhos, em termos de lucro, com a simples mudança de variedades para híbridos e dentro destes com o aumento da população de plantas. A utilização de fertilizantes, entretanto, está vinculada a uma população de plantas por área bem maior que a usualmente utilizada e ainda ao emprego de híbridos. Tentativas de difusão de maior uso de adubos devem, então, ser ligadas à de difusão de maior população por área e à utilização de híbridos.

A técnica de dominância estocástica se mostrou eficiente na redução do número de alternativas disponíveis, permitindo concentrar a atenção sobre aquelas que mais possibilidades teriam de satisfazer as exigências de agricultores com aversão a risco. Em alguns casos, o conjunto selecionado, talvez, ainda, apresente uma dimensão que não permita definir com clareza certas linhas gerais das tecnologias recomendáveis. Entretanto, a redução destes conjuntos implicaria na necessidade de maiores restrições, tais como a especificação numérica de funções de utilidade, ou de maior conhecimento acerca do ponto de vista do agricultor sobre os resultados da pesquisa agrícola, em termos de probabilidades de ocorrência e até mesmo de aceitabilidade dos níveis de produtividade obtidos experimentalmente.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, J. R. Risk Efficiency in the Interpretation of Agricultural Production Research. *Review of Marketing and Agricultural Economics*. New South Wales, 42 (3):131-84. Sept, 1974.
2. SPARCE DATA, Climatic Variability, and Yield Uncertainty in Response Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*. Menasha, 55 (1) : 77-82, Feb, 1973.
3. DILLON, J. L., HARDAKE R, B. *Agricultural Decision Analysis*. Ames Iowa State University, 1977. 344p.
4. CORREA, L. A., CRUZ, J. C., MEDEIROS, J. B., VIANA, A. C., SILVA, A.F. *Competição de Cultivares, Níveis de Adubação e Densidade de Milho em Três Regiões do Estado de Minas Gerais*. Anais da XII Reunião de Milho e Sorgo (a ser publicado).
5. DILLON, J. L. An Expository Review of Bernoullian Decision Theory. *Review of Marketing and Agricultural Economics*. New South Wales, 39 (1): 3-80. Mar. 1971.
6. *The Analysis of Response in Crop and Livestock Production*. 29 es. Oxford, Pergamon, 1977. 213 p.
7. SCADIZZO, L. *Atitudes dos Agricultores Nordestinos, de Subsistência, em Relação ao Risco: Abordagem Amostral*. *Revista de Economia Rural*. Brasília, 16 (1): 7-25. Jan/Mar. 1978.
8. HAZZELL, P.B.R. A linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*. Menasha, 53 (1): 53-62. Feb. 1971.
9. SIMMONS, R. L., POMAREDA, C. *Equilibrium Quantity and Timing of Mexican Vegetable Exports*. *American Journal of Agricultural Economics*. Menasha 57 (3): 472-79. Ag. 1975.
10. SIMONSEN, M. H. *Teoria Microeconômica*, Vol. III. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas. 1969. 352 p.