

# BAIXA PRODUTIVIDADE DO MILHO COMO CONSEQÜÊNCIA DA TOMADA DE DECISÃO SOB CONDIÇÕES DE RISCO NA AGRICULTURA<sup>1</sup>

ÂNGELA REGINA PIRES E PÉRES<sup>2</sup>, FERNANDO CURTI PÉRES<sup>3</sup> e  
JOAQUIM JOSÉ DE CAMARGO ENGLER<sup>4</sup>

RESUMO - O objetivo deste estudo foi testar a hipótese segundo a qual a resistência dos agricultores à adoção de novas tecnologias na produção de milho deve-se a incertezas associadas à produção e às variações de preço. O modelo analítico seguiu o trabalho proposto por Hazell (1971) (MOTAD), baseado numa aproximação ao enfoque desenvolvido por Markowitz (1952), E - V analysis. A região estudada foi a "micro-região homogênea Serra de Jaboticabal", de Ribeirão Preto, SP. A hipótese foi rejeitada dentro das premissas de comportamento do produtor incorporadas no modelo. Isto significa que não foram encontradas evidências de que a produção de milho de baixa produtividade pode ser atribuída à atitude dos agricultores com relação a risco.

Termos para indexação: MOTAD, risco, produtividade, milho.

## LOW PRODUCTIVITY OF CORN AS A RESULT OF DECISION MAKING UNDER RISK

ABSTRACT - The purpose of the study was to test the hypothesis that farmers resistance to the use of new technologies in corn production is due to the way they hedge against risk of price and yield variations. The testing procedure followed the work developed by Hazell (1971) (MOTAD) based on an approximation of Markowitz's (1952) E - V analysis. The region studied was the "micro-região homogênea Serra de Jaboticabal" of Ribeirão Preto, SP. The hypothesis was rejected under the assumptions of the model. This means that no evidence was found that hedging risk is impairing the adoption of high yield technologies for corn production.

Index terms: MOTAD, risk, productivity, corn.

<sup>1</sup> Recebido em 30 de junho de 1982.

Aceito para publicação em 20 de setembro de 1982.

Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Economia Agrária.

<sup>2</sup> Econ. Agrária, M.S., da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (ESALQ) - Caixa Postal 9 - CEP 13400 - Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - (EMBRAPA) e Professor visitante do Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) - Caixa Postal 9 - CEP 13400 - Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Professor-Titular do Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) - Caixa Postal 9 - CEP 13400 - Piracicaba, SP.

## INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte do projeto interdisciplinar de pesquisa Projeto Milho II, que vem sendo desenvolvido desde 1978 pelo Departamento de Economia e Sociologia Rural, juntamente com outros Departamentos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo.

Embora resultados experimentais estejam indicando que o milho pode ser economicamente cultivado a níveis altos de produtividade, as médias de produção por unidade de área, no Brasil e mesmo em São Paulo, persistem a níveis muito baixos. Este estudo teve em vista determinar a razão da resistência dos agricultores à adoção de novas tecnologias.

A hipótese fundamental deste trabalho foi que a produtividade do milho continua baixa por causa de incertezas associadas à produção e às variações de preço. A segunda hipótese levantada pelo estudo é de que o plantio de milho estaria sendo feito em épocas diferentes da recomendada, em face da necessidade de uso dos fatores (máquinas, mão-de-obra, principalmente) em outras culturas naqueles períodos críticos (problemas de "timing"). A outra hipótese foi a de que, dados os baixos níveis de disponibilidade de capital próprio, os agricultores têm preferido as culturas de subsistência e o cultivo do milho com tecnologia correspondente a níveis mais baixos de produtividade.

O estudo testou e desenvolveu um modelo de comportamento dos agricultores que incorpora elementos de risco na produção, além de considerar, explicitamente, no processo de decisão, expectativas quanto à inflação. Os tipos de risco considerados foram os de preço e de produtividade. O modelo analítico baseou-se na análise de atividade, desenvolvido por Koopmans (1971) (Activity Analysis), com modificações sugeridas por Hazell (1971) para incorporar risco sem necessidade de uso da programação quadrática.

Além do objetivo específico de estudar as causas da persistência de baixas produtividades na cultura do milho, o estudo pretendeu contribuir para o entendimento do processo de tomada de decisão dos agricultores de São Paulo.

A área escolhida para o estudo foi a região agrícola de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Para representar esta extensa região agrícola foram selecionados cinco municípios da microrregião Serra de Jaboticabal.

Os dados foram coletados nestes municípios através de três tipos de questionários complementares aplicados a uma amostra de 251 produtores de milho.

A matriz foi construída com dados destes levantamentos e com dados de custo de produção publicados pela Secretaria da Agricultura de São Paulo.

## METODOLOGIA

### O modelo de maximização de lucro

O modelo parte da chamada análise de atividade (Activity Analysis), desenvolvido por Koopmans (1971).

Na sua forma mais simples, pode ser simbolizado por

$$\text{Maximizar } \pi = c'x \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a } Ax \leq b \quad (3)$$

$$\text{e } x \geq 0 \quad (3)$$

onde

$\pi$  é o lucro;

$c$  é um vetor (coluna) do qual o elemento  $c_j$  é a margem bruta<sup>5</sup> correspondente à atividade  $j$ ;

$x$  é um vetor (coluna) do qual o elemento  $x_j$  é o nível da atividade  $j$ ;

$A$  é uma matriz  $m \times n$  da qual o elemento  $a_{ij}$  corresponde ao coeficiente técnico de produção, ou seja, a quantidade requerida do fator de produção  $i$  por unidade de produção da atividade  $j$ ;

$b$  é um vetor (coluna) do qual o elemento  $b_i$  é o nível da restrição  $i$ ;

$j = 1, 2, \dots, n$  são as atividades;

$i = 1, 2, \dots, m$  são as restrições.

O risco foi introduzido neste modelo através do uso de uma aproximação linear - MOTAD, sugerido por Hazell (1971) — ao enfoque desenvolvido por Markowitz (1952) chamado de Média - Variância (E - V analysis). O modelo desenvolvido por Markowitz (1952) considera duas características de cada atividade (culturas, no caso presente): a média ( $\pi_j$ ) e a variância ( $\sigma_j^2$ ) dos retornos.

<sup>5</sup> margem bruta é a diferença entre a receita bruta e os custos operacionais de produção (remuneração aos fatores fixos).

O modelo modificado por Hazell (1971) é dado por

$$\text{Minimizar } \frac{|Z|}{2} = \sum_{v=1}^{\bar{v}} q_v \quad (4)$$

$$\text{Sujeito a } \sum_{j=1}^n x_j Q_{vj} + q_v \geq V \quad \forall v \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j = \pi \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} x_j \leq b_i \quad \forall i \quad (7)$$

$$x_j \geq 0 \text{ e } q_v \geq 0 \quad \forall j, v \quad (8)$$

onde

$|Z|$  é a soma dos desvios absolutos com relação às médias das receitas brutas<sup>6</sup> expressas a preços "reais" esperados de julho de 1979;

$q_v$  é uma variável auxiliar que mede a soma dos desvios negativos;

$Q_{vj}$  é o desvio em relação à receita média dos cinco anos (1974/1975 a 1978/1979) da cultura  $j$  no ano  $v$  ( $\bar{v} = 5$ ).

Em vista das restrições 5 e 8, quando  $\sum_j x_j Q_{vj} \geq 0$ , o  $q_v$  correspondente assume o valor zero, já que  $|Z|$  é minimizado.

$Q_{vj} = 0$  quando a atividade correspondente não é atividade de produção ou de compra de milho;

O desvio em relação à receita média é dado por:

$$Q_{vj} = (P_{vj} d_{vj} - \bar{R}_j) \quad v = 1, \dots, \bar{v} \text{ e } j = 1, \dots, n \quad (9)$$

<sup>6</sup> Receitas brutas foram utilizadas em vez de receitas líquidas, sob a pressuposição implícita de que os custos reais de produção permaneceram constantes ao longo do período considerado.

onde

$P_{vj}$  é a produtividade (produção por alqueire ou unidade-animal);

$d_{vj}$  é o preço médio recebido pelos agricultores da DIRA de Ribeirão Preto em cruzeiros de 1979 da cultura  $j$  no ano  $v$ ;

$\bar{R}_j$  é a receita média esperada da cultura  $j$ .

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{v=1}^{\bar{v}} P_{vj} d_{vj}}{\bar{v}} \quad j = 1, \dots, n \quad (10)$$

onde  $\bar{v}$  é o número de anos considerados (no caso cinco anos).

Parametrizando o valor  $\pi$  (lucro) desde o valor  $\bar{\pi}$  dado pela solução da Programação Linear, até valores próximos de zero, pode-se gerar a chamada "fronteira eficiente". Esta pode ser definida como o lugar geométrico dos pontos correspondentes ao mínimo de risco necessário para se atingir determinado valor da função lucro ( $\pi$ ). Com a introdução de risco no problema de Programação Linear, de acordo com modelo 4 a 8, foi montada uma matriz com 61 atividades e 49 restrições.

Para gerar as diversas opções tecnológicas (pacotes) que compõem a matriz  $A$  e o vetor  $x$ , foram estimadas "funções" de produtividade para as culturas, especialmente para o milho.

Os modelos de programação linear permitem a subdivisão do período de produção em subperíodos. Assim, pode-se testar a hipótese de existência de baixas produtividades dada a estacionalidade no uso dos fatores.

### O modelo de expectativa de preços

Foi construído um modelo de expectativa e determinada uma taxa de crescimento esperado dos preços recebidos pelos agricultores.

O modelo baseia-se na pressuposição de que o preço esperado é função dos níveis de inflação verificados no País nos  $n$  últimos anos. Normalmente, os produtores agrícolas baseiam sua expectativa de inflação futura na experiência passada. Logo, foram ajustados modelos de expectativa de crescimento dos preços, sendo os preços recebidos pelos agricultores paulistas (dados do I.E.A.), (s.d.) a variável dependente, linearmente, dos índices de inflação nos dois anos anteriores (medidos

pelo índice "2" da Conjuntura Econômica). Foram usadas variáveis "dummy" para captar variações nas políticas com relação ao setor e de controles monetários acontecidos a partir de 1964 e, novamente, em 1973-74. A expectativa com relação à inflação deve ter sido modificada devido à crise internacional do petróleo em 1973-1974.

No modelo formal<sup>7</sup>

$$\begin{aligned} \dot{p}_t = & \alpha_0 + \alpha_1 i_{t-1} + \alpha_2 i_{t-2} + \alpha_3 D + \alpha_4 D i_{t-1} + \alpha_5 D i_{t-2} + \\ & \alpha_6 D_1 + \alpha_7 D_1 i_{t-1} + \alpha_8 D_1 i_{t-2} \end{aligned} \quad (11)$$

onde

$\dot{p}_t$  é a variação percentual no índice de preços recebidos pelos agricultores paulistas no ano t;

$i_{t-k}$  é a variação percentual no "índice 2" da Conjuntura Econômica no período t - k (k = 1 e 2);

D é uma variável "dummy"; D = 0 para t ≤ 1964  
D = 1 para t > 1964

D<sub>1</sub> é uma variável "dummy"; D<sub>1</sub> = 0 para t ≤ 1973  
D<sub>1</sub> = 1 para t > 1974

Foi usado o método de quadrados mínimos ordinários com um programa "step-wise" para o ajustamento do modelo. Com a regressão ajustada, projetou-se a variação esperada no índice de preços recebidos pelos agricultores para 1979. Com este índice foram inflacionados os preços recebidos (por produto) em 1978, obtendo-se assim os preços esperados para os diversos produtos no ano agrícola 1978/1979.

#### PROCEDIMENTO

As atividades de produção consideradas no modelo foram: três atividades de produção de arroz; duas atividades de produção de soja; uma

<sup>7</sup> Esta formulação é semelhante à utilizada em GEMENTE & PÉRES (1980).

atividade de produção de algodão; duas atividades de produção de amendoim; cinco atividades de produção de milho; duas atividades para produção de café; manutenção e investimento em café (ou formação de novos cafezais); duas atividades para produção de laranja; manutenção e investimento em laranja (ou formação de novos laranjais); três atividades para pastagem, correspondentes à manutenção (roçada) da pastagem natural, investimento em formação de pastagem e manutenção da pastagem formada atual; uma atividade para cria, recria e engorda de suínos; uma atividade para bovinicultura ou produção de gado de corte (cria). Foram também consideradas: cinco atividades de contratação de mão-de-obra; quatro atividades de compra de fertilizantes ( $N/P_2O_5/K_2O$ ) e de calcário; dez atividades de crédito rural para fertilizantes e calcário e para as culturas de arroz, soja, algodão, amendoim, milho, café e laranja; uma atividade de venda de milho; uma atividade de compra de milho; quatro atividades de transferência de recursos de um período para o seguinte; cinco atividades de pagamento de tratorista; uma atividade de gastos com empreita mecânica; e, uma atividade de gastos com empreita manual.

As diferentes atividades de uma cultura corresponderam a dois tipos diferentes de solos, a duas épocas de plantio (outubro ou novembro), ao tipo de adubação (com ou sem cobertura), ao tipo de colheita (manual ou com colhedeira, empreitada ou não) e ao uso de máquinas.

O ano agrícola foi subdividido em cinco períodos: julho/setembro (I), outubro (II), novembro/janeiro (III), fevereiro/março (IV) e abril/junho (V).

Os elementos do vetor *b* são os seguintes: Terra I, 22 alqueires, Terra II, 10 alqueires; a mão-de-obra familiar ou comum (em termos de dias/homem) foi considerada em 645 dias de trabalho por ano, que foram subdivididos nos cinco períodos de acordo com a disponibilidade de cada período (trabalhadores adicionais poderiam ser contratados mediante pagamento de diária, do fluxo de caixa no período); a propriedade agrícola considerada dispunha somente de um trator VALMET 65 (56 HP) que correspondeu a 2.152 horas de trabalho; capital (disponibilidade de caixa) em cinco períodos; café em produção, 2,3 alqueires, e laranja em produção, 7,7 alqueires.

A disponibilidade de capital operacional foi inicialmente fixada em Cr\$ 10.000,00 no período inicial (I) do ano agrícola. Posteriormente, este valor foi parametrizado, porque não foi possível conseguir uma boa estimativa da disponibilidade de caixa no início do período.

Para as atividades de investimento em café, laranja e pastagem artificial foi feito o cálculo do valor presente anualizado (ano típico) do retorno por hectare.

Tanto para a atividade cria, recria e engorda de suínos como para a atividade cria de bovinos foi feito o cálculo da composição do rebanho, da receita esperada e do custo de produção por unidade animal.

Os valores das atividades de crédito para cada cultura e para fertilizantes e calcário foram calculados de acordo com as normas vigentes do Banco Central para a safra 1978/1979.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando as equações 4 a 8, foram geradas as fronteiras eficientes da Fig. 1. Como não era conhecido o valor do capital operacional disponível no início do período, para a propriedade típica, foi necessário parametrizar este valor. Inicialmente, foram fixados quatro níveis de disponibilidade de capital de giro: 10, 30, 60 e 100 mil cruzeiros. Em todos estes casos houve sobra de terra não cultivada na propriedade típica. Como os dados da amostra indicaram que o agricultor típico está utilizando toda a área de sua propriedade e não está arrendando terra a outros agricultores, pode-se inferir que o mesmo deve dispor de maior quantidade de capital operacional.

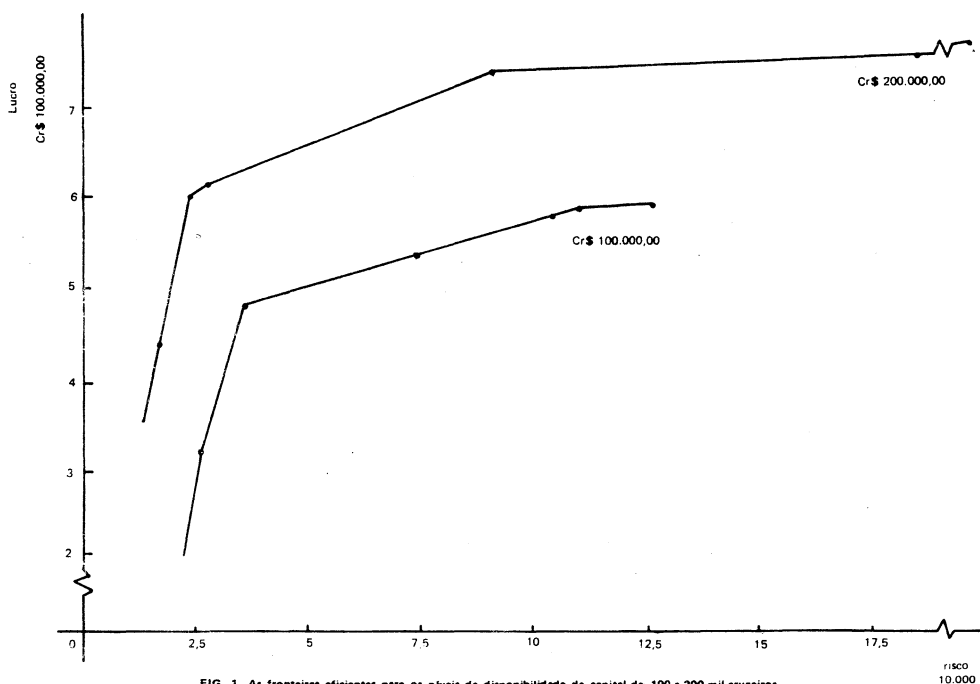
Como a fronteira eficiente correspondente à disponibilidade inicial de capital operacional de Cr\$ 100.000,00 não apresentou milho na composição das atividades, foi forçada a atividade de produção de suínos num nível mínimo de 4 unidades porcas (Restrição 50). Como pode ser visto na Tabela 1, as soluções indicaram quantidades decrescentes de terras ociosas, à medida que eram permitidos maiores níveis de risco.

Ainda, considerando uma disponibilidade de Cr\$ 100.000,00 de capital inicial, a cultura do milho aparece na fronteira eficiente somente com produtividade intermediária de 120 sc por alqueire, com um pico ao nível esperado de renda de Cr\$ 478.238,00 e risco<sup>8</sup> de 38.363, para, logo em seguida, decrescer com bastante intensidade, mantendo-se assim até o ponto correspondente da solução de máximo lucro. A

<sup>8</sup> Este número, a soma dos desvios negativos com relação à média ou valor esperado dos retornos das culturas, pode ser interpretado como um valor em cruzeiros ou pode ser transformado em desvio padrão usando-se a fórmula 
$$\sigma = A \sqrt{\frac{\pi s}{2(s-1)}}$$
, onde  $s$  é o número de observações e  $A$  a média dos desvios absolutos, como descrito em Hazell (1971). O desvio padrão é a medida adequada quando se usa o enfoque desenvolvido por Markowitz (1952) e ampliado por Tobin (1958).



baixos níveis de lucro, as soluções indicaram que o agricultor deveria vender sua produção e comprar o milho necessário à alimentação dos suínos. Portanto, foi necessário incluir a Restrição 51, que permite ao agricultor vender somente sua produção própria.



**TABELA 1. Combinação das atividades correspondentes aos diversos pontos da fronteira eficiente para o nível de disponibilidade de capital de Cr\$ 100.000,00. Ano agrícola 1978/79.**

Renda esperada (Cr\$)	200.000	313.099	478.238	531.930	571.485	576.292	577.883
Risco	22.555	26.367	38.363	75.383	106.961	113.358	128.821
Atividades:							
Soja I - X04			5,54	2,78	4,88	5,33	6,19
Soja II - X05	1,96	7,85	10,04	16,17	19,26	19,59	19,60
Algodão - X06	1,20	0,44					
Amendoim II - X08			1,23	2,80	0,34		
Milho IV - X13		5,41	10,73	3,02	2,40	2,40	2,40
Café I - X15	0,40	1,17	1,89	1,98	2,30	2,30	2,07
Laranja I - X17	4,73	1,98					
Suínos comuns - X22	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Terra não utilizada	23,71	15,15	2,57	5,25	2,82	2,38	1,74

Fonte: Resultados do Modelo.

**TABELA 2. Combinação das atividades correspondentes aos diversos pontos da fronteira eficiente para o nível de disponibilidade de capital de Cr\$ 200.000,00. Ano agrícola 1978/79.**

Pontos	a	b	c	d	e	f
Renda esperada (Cr\$)	600.000	625.000	640.000	650.000	700.000	798.531
Risco	-	2.972	7.435	10.410	34.475	423.718
Atividades:						
Soja I - X04	0,77	0,87	0,96	1,03	1,07	7,07
Soja II - X05	12,44	13,34	11,99	11,10	11,60	
Algodão - X06		0,09	0,83	1,32	2,14	22,00
Amendoim II - X08	2,51	3,07	4,28	5,08	7,27	
Milho IV - X13	5,51				0,99	
Milho V - X14	0,56	5,50	4,90	4,51		
Café I - X15	1,36	1,43	1,34	1,26	1,23	2,30
Laranja I - X17	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	0,63
Terra não utilizada	1,15	0	0	0	0	0

Fonte: Resultados do Modelo.

**TABELA 3. Combinação das atividades correspondentes aos diversos pontos da fronteira eficiente para o nível de disponibilidade de capital de Cr\$ 200.000,00. Atividades suínos forçada em 4 unidades animais. Ano agrícola de 1978/79.**

Pontos	g	h	i	j	k	l	m
Renda esperada (Cr\$)	350.000	446.322	601.032	613.417	730.613	748.452	767.736
Risco	15.118	18.311	25.852	27.031	94.545	188.088	362.059
<b>Atividade</b>							
Soja I - X04			0,72	0,70	7,20	6,74	7,02
Soja II - X05	7,04	10,40	14,25	14,64			
Algodão - X06	0,83	0,34			6,86	12,45	19,94
Amendoim I - X07						0,96	
Amendoim II - X08			0,66	0,80	12,78	7,33	
Milho IV - X13	3,12	4,85	7,09	3,86	2,11	1,19	
Milho V - X14				2,70	0,25	1,04	2,06
Café I - X15	1,09	1,30	1,58	1,60	2,08	2,30	2,30
Laranja I - X17	7,70	7,70	7,70	7,70	0,71		0,68
Suínos comuns - X22	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Terra não utilizada	12,22	7,41	0	0	0	0	0

Fonte: Resultados do Modelo.

TABELA 4. Matriz dos coeficientes de correlação das margens brutas das diversas atividades consideradas no modelo. Período 1974/78.

Atividades	Arroz	Soja	Algodão	Amendoim	Milho	Café	Laranja	Suínos	Bovinos	Compra de milho
Arroz	1,0	0,79	0,16	0,36	-0,43	-0,81	-0,93	0,57	0,44	0,44
Soja		1,0	0,57	-0,05	-0,23	-0,65	-0,95	0,20	0,32	0,57
Algodão			1,0	-0,80	-0,27	-0,03	-0,40	-0,16	-0,33	-0,22
Amendoim				1,0	0,32	-0,45	-0,13	0,61	0,78	0,51
Milho					1,0	-0,53	0,38	0,18	0,60	0,23
Café						1,0	0,55	-0,35	-0,83	-0,83
Laranja							1,0	-0,34	-0,36	-0,55
Suínos								1,0	0,73	0,01
Bovinos									1,0	0,60
Compra de milho										1,0

Fonte: I.E.A. Dados de produtividades e preços a nível regional e estadual para o caso de suínos e bovinos

Para o capital operacional de Cr\$ 200.000,00 foram considerados dois casos descritos nas Tabelas 2 e 3. No primeiro caso, não foi forçada a produção de suínos e permitiu-se a revenda de milho comprado. Praticamente, só o milho de alta produtividade (140 sc/alq.) aparece nos pontos relevantes desta fronteira (pontos b, c e d na Tabela 2). Nos demais segmentos da fronteira eficiente, a taxa de substituição lucro/risco decresce rapidamente, tornando os pontos e e f pouco interessantes para indivíduos aversos a risco. No segundo caso, foi forçada a atividade de produção de suínos e eliminada a possibilidade de revenda de milho. Como pode ser visto, o agricultor mais averso a risco procura se fixar nas culturas de soja de mais alta produtividade (85 sc/alq.), um pouco de algodão, na manutenção de café e laranja e na produção de milho de 120 sc por alqueire (milho com produtividade intermediária).

À medida que se permite maior risco, esta área de milho decresce até desaparecer na solução de máximo lucro. O milho de alta produtividade (140 sc/alq.) entra a partir de um certo nível de risco e de lucro, mantendo-se até a última solução, que coincide com a de maximização de lucro da programação linear determinista. Isto sugere a rejeição da hipótese de que os agricultores cultivam milho de baixa produtividade como uma maneira de reduzir risco. Evidentemente, este resultado está condicionado às pressuposições do modelo. Trata-se de um modelo estático, que considera como argumentos da função utilidade dos agricultores somente as variáveis "renda esperada" e uma medida de dispersão em torno desta esperança matemática — a soma dos desvios absolutos em relação à média.

Parece que modelos de otimização que incorporam risco usando o enfoque da média-variância não conseguem reproduzir, no que toca às culturas de subsistência, o comportamento dos agricultores da região. Sugere-se, portanto, que estudos posteriores baseados neste enfoque, forcem estas atividades no nível observado na propriedade típica. Este comportamento foi adotado no presente trabalho, para a suinocultura.

Uma das possíveis razões para o não aparecimento da atividade de produção de suínos nas soluções correspondentes a pontos da fronteira eficiente, está ligada às dificuldades de caracterização do nível tecnológico da suinocultura da região. Embora esta atividade seja praticada na região, com o fim principal de produção para o autoconsumo das empresas, pode-se notar a presença de certas características de tecnologias típicas de empreendimentos comerciais, tais como o uso de alguns animais de linhagens melhoradas (tipo carne, ao contrário do tradicional porco tipo banha) e eventuais construções de instalações de melhor

nível de higiene. Como os dados disponíveis indicavam grandes variações tecnológicas, optou-se pelo uso, no modelo, de uma tecnologia típica de produção de porco tipo banha, a qual era mais comum na amostra (moda). Os resultados estão indicando que a produção tradicional do porco tipo banha está perdendo (perdeu) sua competitividade com outras culturas. O fato da suinocultura local incluir características tecnológicas de transição suporta esta hipótese.

Quanto à pecuária de corte, sua ausência nas soluções ótimas de agricultores aversos ao risco pode dever-se à não-incorporação da variável liquidez no presente enfoque de risco. Ativos fixos ou semi-fixos de liquidez relativamente alta (importante característica do capital empregado em bovinos) podem ser fundamentais como "hedging" contra eventos extremos dos quais o agricultor desconhece a função densidade de probabilidade (P.D.F.).

A Tabela 4 mostra as correlações entre as margens brutas (ou receitas brutas, já que foram admitidos custos constantes no período) das diversas atividades. A existência de valores negativos altos, em termos absolutos, propicia vantagens significantes à diversificação de atividades como forma de redução de risco. Assim, por exemplo, o aparecimento de plantio do amendoim na solução correspondente ao ponto 1 da Tabela 3, permite uma redução sensível no nível de risco, quando comparado ao ponto m (de 362.059 para 188.088) mantendo próximo do máximo o lucro esperado (de Cr\$ 767.736,00 para Cr\$ 748.452,00). A Tabela 4 mostra valores negativos para as correlações entre amendoim e as culturas de algodão, laranja, café e soja.

Importantes limitações do presente trabalho decorreram da impossibilidade de se determinar tecnologias alternativas para produção de milho em terras de segunda (em geral as de baixa fertilidade) e em épocas diferentes de cultivo ("timing"). Uma outra possibilidade é de que a separação dos solos em duas categorias, como feita neste estudo, seja insuficiente para captar diferenças de respostas à adubação destes solos.

Quanto à aderência dos resultados do modelo à realidade encontrada na pesquisa, pode-se dizer que a introdução de risco melhorou sensivelmente o desempenho da programação linear. Os dados da Tabela 2 mostram que, a baixos níveis de risco, a combinação ótima de culturas está muito mais próxima da realidade observada que a proporcionada pelos resultados da simples maximização de lucros.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O modelo desenvolvido não permitiu explicar a persistência de baixa produtividade da terra na cultura do milho como uma forma racional de decisão do agricultor de reduzir riscos. Evidentemente, com o tipo de modelo utilizado — normativo — o poder deste teste resume-se à verificação empírica de um caso. A repetição deste trabalho, com estimativas autônomas das tecnologias e correspondentes variações dos retornos das diversas culturas, talvez pudesse explicar a persistência daquela baixa produtividade. Parece, ainda, que o enfoque da média-variância para estudo de risco em regiões de transição não é suficiente para explicar a produção de certas culturas de subsistência tais como orizicultura e suinicultura, mesmo quando se admite que os agricultores tem deficiências de capital operacional, uma das hipóteses do trabalho.

Uma segunda recomendação é de que este mesmo tipo de análise seja desenvolvido num modelo dinâmico que incorpore outras formas de redução de risco. Em modelos dinâmicos pode-se analisar a possibilidade de o agricultor fazer frente a eventos não previsíveis, mediante o desinvestimento de ativos líquidos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo — FAPESP — a qual concedeu bolsa de estudo ao primeiro autor durante a realização desta pesquisa; aos professores José Ferreira de Noronha e Zilda Paes de Barros Mattos, que gentilmente leram a versão original deste trabalho e apresentaram valiosas sugestões; e a dois revisores anônimos da Revista de Economia Rural. O Projeto Milho II é financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

## REFERÊNCIAS

- GEMENTE, A.C. & PÉRES, F.C. Crescimento da produção agrícola na região de Campinas, Estado de São Paulo, segundo um modelo de programação recursiva: 1970/71 a 1976/77. *R. Econ. rural*, 18(4):767-95, out./dez. 1980.
- HAZELL, P.B.R. A linear alternative of the quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *Am. J. Agricult. Econ.*, 53(1):53-62, Feb. 1971.



KOOPMANS, T.C. **Activity analysis of production and allocation**. New Haven; Yale University Press, 1971. 405p.

MARKOWITZ, H.M. Portfolio selection. **J. Finance**, 7(1):77-91, Mar. 1952.

TOBIN, J' Liquidity preference as behavior towards risk. **R. Econ. Studies**, 25(7):65-86, Feb. 1958.