

ANÁLISE ECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DA SOJA SOB CONDIÇÕES DE RISCO¹

JUDAS TADEU GRASSI MENDES² e DONALD W. LARSON³

RESUMO - O substancial aumento na produção de soja e as sensíveis melhoras nas funções físicas de comercialização (armazenagem, transporte e industrialização) têm levado a mudanças nos métodos de comercialização desse produto. Dadas as flutuações de preços da soja entre o período de plantio e a sua venda efetiva, procurou-se avaliar um conjunto de estratégias de comercialização desse produto, com operações tanto no mercado disponível como no mercado a termo, objetivando a maximização de renda esperada sob condições de risco de preços. O modelo matemático utilizado foi o da programação quadrática, em que a função objetivo incorpora o risco, o qual é parametrizado por um escalar tentando captar o grau de aversão às flutuações de preços.

Termos para indexação: comercialização, soja, risco, alternativa de comercialização, programação quadrática.

ECONOMIC ANALYSIS OF SOYBEAN MARKETING STRATEGIES AND PRICE RISK

ABSTRACT - The substancial increase in the soybean production and the great improvement in the marketing physical facilities (storage, transportation and processing) have led to changes in the marketing methods of this product. Due to the soybean price fluctuations between the production plan and the actual sale, a set of marketing strategies was evaluated, by trying to maximize the expected income under price risk conditions, with sales in the cash market and futures market. The mathematical approach used was a quadratic programming model, which includes risk in the objective function, where a scalar coefficient is applied to the variance-covariance relationships to reflect the risk aversion.

Index terms: marketing, soybean, risk, alternatives and marketing, quadratic programming.

INTRODUÇÃO

A soja, uma importante fonte tanto de renda agrícola como de divisas para o Brasil, experimentou remarcável crescimento na última década, quando o País passou a ser o segundo maior produtor mundial dessa

- ¹ Aceito para publicação em 22 de março de 1982. Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor à The Ohio State University, para obtenção do título de Ph.D.
- ² Econ. Rural, Ph.D., Professor-Titular do Departamento de Economia Rural e Extensão da Universidade Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 1299 - CEP 80000 - Curitiba, PR.
- ³ Econ. Rural, Ph.D., Professor do Departamento de Economia Agrícola da The Ohio State University, Columbus, Ohio.

leguminosa. O substancial aumento na produção de soja e as sensíveis melhoras, tanto quantitativa como qualitativamente, nas funções físicas de comercialização (armazenagem, transporte e industrialização) no Brasil, têm levado a mudanças nos métodos de comercialização desse produto. Ainda no início da década passada, devido à reduzida capacidade no sistema de armazenamento, a única alternativa (opção) de comercialização de soja era a venda na época da colheita⁴.

Entre o período de plantio e a venda efetiva do produto, há geralmente um considerável risco de preços, o que ocorre notadamente com produtos agrícolas, devido aos vários fatores que afetam adversamente a produção. As flutuações de preços da soja trazem anualmente sérias preocupações aos produtores, devido à incerteza quanto a um justo retorno pelos seus esforços. A variabilidade de preços desse produto, que absorve substancial parcela do crédito rural, gera intranqüilidade também para os agentes financeiros devido a incertezas de que o produtor obtenha receita suficiente para saldar seus compromissos bancários, caso ele não comercialize seu produto na hora certa. Isto gera, em consequência, maior número de inadimplências.

Além das preocupações dos produtores e dos bancos, os órgãos públicos também são afetados, direta e negativamente, em suas receitas orçamentárias, devido às inapropriadas decisões do momento correto da venda de soja, a qual contribui com ponderável participação na arrecadação paranaense.

Mesmo com a presença desta aleatoriedade nos preços da soja, é possível detectar um conjunto de estratégias, ou maneiras de comercializar esse produto, que possibilite uma sensível redução de risco de mercado, sem afetar o nível de renda da empresa agrícola.

Além das melhorias nos sistemas de infra-estruturas, como transporte, armazenamento e industrialização, e nos serviços de pesquisa e extensão — os quais são importantes fatores no aumento da produção da soja brasileira e da sua posição competitiva no mercado mundial — um retorno normal e estável para os recursos usados na produção dessa leguminosa, através de preços mais justos e menos flutuantes é também necessário para a sua expansão. Em face das flutuações dos preços da soja, os produtores necessitam de orientações que contribuam, no processo de tomada de decisão, quanto aos métodos de comercialização. O produtor tem que levar em consideração fatores tais como aspectos financeiros (capacidade de empréstimos, requerimentos de capital, liquidez), seu grau de aversão ao risco, os quais afetam a escolha dessas alternativas. Na procura de melhores alternativas de comercialização de um

⁴ Além disso, o pagamento de compromissos financeiros também força os produtores a aceitar esta opção (venda na colheita).

produto agrícola, e da soja em particular, tenta-se encontrar uma resposta ao clássico problema econômico de “quando” e “como” vendê-la.

Devido a este problema de flutuações de preços (risco de mercado), é de interesse dos produtores, cooperativas, bancos e firmas ligadas ao setor, avaliar as alternativas disponíveis para a comercialização de um produto (soja), porque uma eficiente seleção de opções de comercialização garantirá mais facilmente ao produtor uma receita maior e mais estável. No presente estudo, avaliam-se quatorze maneiras diferentes com as quais o produtor de soja e suas cooperativas podem orientar suas decisões de “quando” e “como” vender esse produto. Para isto, os produtores devem comercializar tanto no mercado atual (disponível), como no mercado a termo (futuro), sendo que este último evidencia o grande potencial das bolsas de mercadorias na obtenção de uma maior estabilidade de preços, através da operação de “hedging”.

Alternativas de comercialização

Como alternativa ou opção de comercialização entende-se um mecanismo ou método, através do qual o produtor pode vender ou influenciar os termos de venda de seu produto. Entre as principais alternativas disponíveis para o sojicultor estão:

- a. contrato da produção antes da colheita;
- b. venda na época da colheita;
- c. estocagem do produto para especulação;
- d. venda com preço autorizado;
- e. venda com preço a fixar;
- f. vendas em comum;
- g. “hedging”

Com o aumento na capacidade de estocagem de grãos, em anos mais recentes, as cinco últimas alternativas de comercialização passaram a assumir maior importância. Estas opções não são mutuamente exclusivas, mas podem ser combinadas entre si.

O índice médio mensal, baseado no período de 1973/78, mostra que, na época da colheita (março-maio), os preços da soja são normalmente cotados abaixo da sua média anual, enquanto os níveis mais elevados ocorrem na segunda metade do ano, notadamente no mês de outubro. Ao escolher a opção “venda na época da colheita”, o produtor abandona qualquer ganho de possíveis aumentos de preços da soja e também perde a possibilidade de obter um preço médio mais compensador, através de vendas em diversos períodos. O agricultor tentará evitar a venda na época da colheita, ao acreditar que fatores exógenos provocarão um aumento no preço da soja, suficiente para cobrir os custos de

estocagem, escolhendo alternativas que incluam vendas em épocas de pós-colheita, tanto no mercado disponível como no mercado a termo. O uso de operações no mercado a termo possibilita maior flexibilidade para a comercialização e constitui um importante instrumento de redução de risco de mercado pelas decisões apropriadas, via "hedging".

No presente estudo, estas alternativas de comercialização foram combinadas em quatorze diferentes estratégias de comercialização, as quais foram compostas de modo a possibilitar o atendimento das várias situações julgadas importantes para o sojicultor paranaense. Uma estratégia de comercialização compreende uma alternativa de comercialização ou uma combinação delas.

Objetivos

O objetivo central deste estudo é determinar as melhores estratégias com as quais os produtores de soja e suas cooperativas possam assegurar uma eficiente comercialização desse produto. Mais objetivamente, procura-se fornecer subsídios e orientações aos agricultores sobre o problema que eles enfrentam anualmente por ocasião da venda da soja, ou seja, "quando" e "como" comercializar esse produto.

Especificamente estes objetivos são:

- a. avaliar, dentre quatorze estratégias, qual ou quais constituem a melhor opção para o produtor de soja, no sentido de maximizar a renda com certo nível de risco, ou minimizar o risco para certos níveis de renda, com base nos preços quinzenais de soja de 1973/78;
- b. avaliar o efeito de uma maior ou menor disponibilidade de crédito agrícola sobre a maneira de como vender a soja;
- c. avaliar o efeito de aumento nas taxas de juros do crédito agrícola sobre a renda e as estratégias de comercialização;
- d. analisar se o comportamento de preços da soja em anos mais recentes (1976/78) é caracteristicamente diferenciado do período de 1973/78, de modo a afetar a escolha das estratégias de comercialização;
- e. examinar o uso potencial do mercado futuro da Bolsa de Mercadorias de Chicago, na obtenção de maior estabilidade de preços através do "hedging" da soja;
- f. o objetivo central e final visa orientar os produtores e suas cooperativas sobre a época e a maneira mais apropriada de comercializar a soja.

METODOLOGIA

Estratégias de comercialização

O presente estudo apresenta quatorze diferentes estratégias de comercialização da soja no modelo de programação, o qual assume que todos os planos⁵ de comercialização são decididos na época de plantio. Estas estratégias envolvem o uso do mercado disponível e o do mercado a termo. As quatorze estratégias de comercialização consideradas no presente estudo são:

1. Venda da produção na época da colheita (maio).
2. Contrato da produção antes da colheita: 1/3 em janeiro e em março para entrega na colheita. O restante é vendido na colheita.
3. Venda no mercado futuro: maio; 1/3 em novembro, 1/3 em janeiro e o restante em março. Na colheita, "compra do contrato"⁶ e venda no mercado disponível (cash).
4. Venda no mercado futuro: setembro; 1/3 em novembro, 1/3 em janeiro e o restante em março. Na colheita, "compra do contrato" e venda no mercado disponível.
5. Contrato da produção: 1/4 em novembro e 1/4 em janeiro para entrega na colheita. O restante é armazenado na colheita e vendido 1/2 em julho e 1/2 em setembro no mercado disponível.
6. Estocagem do produto para a venda em agosto.
7. O produto é armazenado na colheita, época da venda no mercado futuro: julho. No início de julho, "compra do contrato" e venda no mercado disponível.
8. O produto é armazenado na colheita, época da venda no mercado futuro: agosto. No início de agosto, "compra do contrato" e venda no mercado disponível.
9. O produto é armazenado na colheita, época da venda no mercado futuro: setembro. No início de setembro, "compra do contrato" e venda no mercado disponível.
10. O produto é armazenado na colheita, época da venda no mercado futuro: 1/2 em julho e 1/2 em setembro. No início de julho e setembro, "compra dos respectivos contratos" e venda no mercado disponível.

⁵ O termo "plano" é aqui definido como uma das quatorze estratégias de comercialização ou, o que é mais comum, uma combinação delas.

⁶ O termo "a compra do contrato" significa que o produtor ou sua cooperativa encerra sua posição (off-set) no mercado futuro, liquidando seu contrato de maio (no caso específico) mediante uma compra ao preço pelo qual esses contratos estão sendo negociados. Assim, não há a entrega efetiva (delivery) no mercado futuro.

11. O produto é armazenado na colheita, época da venda no mercado futuro: 1/3 em julho, 1/3 em setembro e 1/3 em novembro. No início de julho, setembro e novembro "compra dos respectivos contratos" e venda no mercado disponível.

12. Estocagem do produto para venda, no mercado disponível, em julho, agosto e setembro: 1/3 em cada venda.

13. Estocagem do produto para venda, no mercado disponível, em julho, agosto, setembro e outubro: 1/4 em cada venda.

14. Estocagem do produto para venda, no mercado disponível, em outubro e em novembro: 1/2 em cada venda.

Aspectos financeiros

A administração dos negócios de uma propriedade agrícola inclui os aspectos de produção, comercialização e financeiros, havendo uma interdependência entre eles. As decisões de comercialização não só são influenciadas pelas necessidades de capital, como também afetam o fluxo de capital e a demanda de crédito. Ouve-se, comumente, um fazendeiro dizer que ele vende seus produtos quando ele necessita de dinheiro, o que mostra a estreita interdependência entre a comercialização e as finanças da empresa. É importante que cada produtor prepare um plano de comercialização próximo ao início do ano agrícola, visando atingir os objetivos da propriedade, Hopkin et al. (1973).

Alguns dos fatores que afetam a seleção das alternativas de comercialização e, portanto, fatores que devem ser considerados nas decisões de comercialização, são a capacidade de empréstimo (disponibilidade de crédito), as necessidades de capital, a liquidez e a aversão ao risco.

O crédito influi nas decisões de comercialização, porque, se a propriedade agrícola não possui disponibilidade de crédito, o produtor pode ser forçado a vender sua produção para atender às suas necessidades de capital. À medida que há crédito disponível na empresa, a produção pode ser comercializada mais tarde com preços mais compensadores, sendo que neste período, as necessidades de capital são atendidas através de empréstimo. Este aspecto está relacionado com a crescente dependência da agricultura em utilizar insumo do setor não-agrícola, o que leva a uma maior necessidade de capital e, como consequência, afeta as decisões de comercialização.

Quanto à liquidez, qualquer empresa necessita manter certas reservas em dinheiro com a finalidade de atender às obrigações financeiras da propriedade, das necessidades da família, e mesmo para ocorrências incertas.

O risco nas decisões de mercado

As pressuposições da teoria da firma, de que os produtores têm perfeito conhecimento do valor das variáveis que afetam os processos de suas atividades e fazem decisões objetivando a maximização do lucro, têm recebido severas críticas. Essas pressuposições implicam a não-estocasticidade das variáveis, e que o único critério para a seleção de uma alternativa é o seu retorno esperado (modelo determinístico). A pressuposição da maximização do lucro, a qual implica que os empresários igualem a receita marginal ao custo marginal, é válida apenas sob condições de neutralidade de risco. Contudo, dado o ambiente de risco de produção e de mercado em que os agricultores operam, o critério da teoria clássica não auxilia muito as decisões do produtor. Conseqüentemente, isto sugere o uso de modelos alternativos (modelos estocásticos) que, explicitamente, incorporem o risco⁷.

A teoria da análise de portfólio, desenvolvida por Markowitz (1959), dá os fundamentos para a introdução e aplicação da programação estocástica a problemas econômicos agrícolas; portanto, representa um avanço considerável no processo de tomada de decisão frente ao risco. A análise de portfólio se baseia no princípio de Bernoulli, o qual sugere que o empresário tente a maximização da utilidade em vez de lucro. A utilidade esperada é uma função da renda e do grau de risco de tais retornos. A estimativa do risco representa o problema central, pois a expectância da função de utilidade esperada, expandida pela série de Taylor, mostra que esta é uma função da renda esperada e de $n - 1$ parâmetros que representam o risco. Se a função de utilidade do tomador de decisões é quadrática ou se a distribuição de freqüência dos retornos é normal, então ele levará apenas dois parâmetros em consideração: retorno esperado e a variância do retorno esperado. Mais parâmetros devem ser considerados se a função utilidade é de ordem maior ou se a distribuição dos retornos não é normal.

Embora a seleção de alternativas baseada na renda e variância não necessariamente implique uma função quadrática de utilidade, este tipo de função tem apresentado ótimos resultados como descrição da função de utilidade do indivíduo, comparado com outras funções polinomiais. Anderson et al. (1977) mostram que as funções quadráticas de utilidade podem ser usadas como aproximações às funções "reais" de utilidade, através da expansão da série Taylor. Eles observam que isto é verdadeiro se as derivadas, além da segunda, são suficientemente pequenas para se-

⁷ Como Anderson et al. (1977), concluem "the neoclassical theory of the firm with its assumptions of certainty and linear utility is inadequate for normative analysis of risk production where preference for profits is nonlinear. An approach involving decision analysis methods is clearly more appropriate".

rem ignoradas ou, em outras palavras, se o risco agregado assumido pelos produtores é pequeno em proporção às riquezas totais.

Uma pressuposição comum é que a função de utilidade é estritamente côncava, o que implica que o fazendeiro é averso ao risco. Como Francis (1976) sugere, esta é uma pressuposição razoável, porque a função de utilidade convexa implica afirmar que o produtor prefere o risco e isto representa uma situação anormal, pois, no mundo real, poucos tomadores de decisões demonstram tal comportamento. A situação comum parece ser de indivíduos aversos ao risco, uns mais outros menos. Para um empresário averso ao risco, quanto maior a variância da renda esperada, devido a uma maior viabilidade nos preços do produto, menor o nível de utilidade deste indivíduo. Em outras palavras, a aversão ao risco implica que o agricultor requer aumentos de renda a taxas crescentes para cada unidade adicional de risco.

O modelo matemático

Com base nas pressuposições de que:

- a. a função de utilidade do agricultor é quadrática;
- b. a distribuição de freqüência dos retornos das estratégias é normal;
- c. o modelo de programação quadrática foi selecionado para avaliar as estratégias de comercialização e estimar a fronteira eficiente (E - V) de renda-risco.

A programação quadrática (PQ) é uma extensão da programação linear (PL) porque a PQ considera o risco, enquanto a PL o ignora. O modelo da PQ assume que: 1) o objetivo do produtor de maximização do lucro é diretamente afetado pela sua aversão ao risco; 2) à medida que o valor do coeficiente de aversão ao risco diminui, a renda esperada aumenta; 3) o aumento na renda está associado a uma maior variabilidade da mesma.

A função objetivo utilizada no presente estudo pode ser expressa por:

$$Z = \sum_{i=1}^n P_i X_i - \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

a qual advém da função quadrática da utilidade ($U = E + bE^2 + bV$), através da expansão pela série de Taylor.

Z = função objetivo a ser maximizada

P_i = preço líquido esperado por unidade da estratégia i (i = 1, 2 14)

X = unidades alocadas na estratégia i ou j
 α = coeficiente de aversão ao risco
 α_{ij} = covariância dos preços líquidos unitários entre as estratégias i e j . Quando $i = j$, σ_{ii} é variância de P_i .

Na forma matricial tem-se:

$$Z = P X - \alpha X' D X \quad (2)$$

onde:

P = vetor linha dos preços líquidos unitários das estratégias
 X = vetor coluna do nível das estratégias
 D = matriz de variância-covariância.

A expressão acima é compatível com o uso da utilidade com critério na decisão, pois o fator de aversão ao risco (α) é um indicador da atitude do empresário frente a um desvio excessivo dos valores esperados (Taha 1976).

Portanto, o objetivo é maximizar a expressão (2) sujeito a:

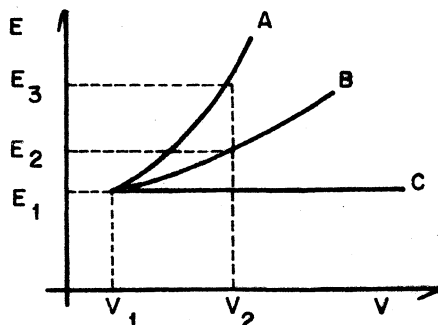
$$\begin{array}{rcl}
 & & < \\
 A & X & \geq B \\
 & X & \geq 0
 \end{array}$$

onde:

A = coeficiente da matriz de insumo-produto
 B = vetor coluna dos níveis das restrições.

O escalar (α), aplicado às relações de variância-covariância para refletir a aversão ao risco, é subjetivo por natureza e a sua parametrização de 0 a 1, em valor absoluto, pode gerar soluções para pessoas com comportamento diferente em relação ao risco⁸. O valor zero para α converte o

⁸ As curvas A, B e C mostram três situações de diferentes graus de aversão ao risco que o indivíduo B ou C porque, para o mesmo acréscimo ($V_2 - V_1$) no risco (V), ele exige uma compensação maior na renda (E), ou seja, $(E_3 - E_1) > (E_2 - E_1)$.



modelo de PQ em modelo de PL (agricultor indiferente ao risco). À medida que o α aumenta, o modelo gera planos de comercialização formados por um conjunto de estratégias de comercialização.

A matriz do modelo básico incorporou 43 atividades (das quais, quatorze são as estratégias de comercialização) e 27 restrições. Entre estas outras atividades tem-se: venda de trigo, capital de reserva, uso de capital, transferência de capital, retirada de capital de reserva, empréstimo, necessidade de capital e repagamento do empréstimo. Quanto às restrições, o modelo inclui os níveis de produção que devem ser vendidos, reserva de dinheiro, capacidade de empréstimo, débito e níveis de necessidades de capital. O cálculo das restrições foi feito subdividindo-se o ano em trimestres, tendo em vista que as necessidades de capital variam ao longo do ano.

Os dados

Os dados originais para este estudo foram obtidos no município de Ponta Grossa, Estado do Paraná. Ponta Grossa é possivelmente o município com maior capacidade de processamento de soja do Brasil. Além disso, este município está estrategicamente localizado entre as regiões produtoras no norte e oeste do Estado com o porto de Paranaguá, por onde a soja em grão e seus subprodutos são exportados. Devido a isto, Ponta Grossa é um importante centro de comercialização deste produto e onde as cotações de preços são bastantes representativas para o Estado do Paraná.

As informações aqui utilizadas de preços recebidos pelos produtores da soja são quinzenais, durante seis anos (período de 1973/78), conforme dados fornecidos pela Cargill Agrícola S.A. Tendo em vista que algumas estratégias de comercialização envolvem operações de "hedging", as cotações de preços no mercado futuro, necessárias para calcular o retorno de cada estratégia, referem-se a dados da Bolsa de Mercadoria de Chicago (Chicago Board of Trade).

A série de custos de estocagem foi fornecida pela Companhia Brasileira de Armazenamento - CIBRAZEM.

Os dados de necessidade de capital foram estimados com base nos custos de produção da soja e do trigo e nos gastos da família do proprietário. Os custos de produção da soja foram estimados com base em pesquisa de campo, compreendendo 57 produtores desta leguminosa (Graça 1976).

A área média cultivada foi de 181 hectares, com uma produção de 5.990 sacos de soja e 3.098 sacos de trigo. A razão da inclusão dos custos de produção do trigo e também de suas receitas é devida ao fato de

que a maioria das propriedades neste município se caracterizam pelo cultivo de soja em sucessão ao trigo no mesmo calendário agrícola anual.

Os custos de produção de trigo foram estimados pela Secretaria da Agricultura do Paraná (1975), que também forneceu os dados de produtividade de soja e de trigo e preços do trigo para o período de 1973-78. As estimativas dos gastos mensais da família foram baseadas em 3,63 vezes o salário mínimo regional, conforme cálculos de Mattuella (1974) para produtores de soja no Rio Grande do Sul, cujas condições de vida são semelhantes às de Ponta Grossa.

A capacidade de empréstimo, ou limite de crédito, foi estimada com base na política de preços mínimos para produtores agrícolas, pela qual 60% da produção esperada, avaliada ao preço mínimo, podem ser financiados.

Devido à falta de melhor estimativa de liquidez assumiu-se que o produtor manteria uma reserva monetária correspondente a, pelo menos, 10% das necessidades de capital em cada trimestre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo considerou o modelo básico em duas situações distintas: a primeira compreende os dados de preços para o período de 1973/78, enquanto a segunda engloba os dados de preços apenas para o triênio 1976/78, devido à mudança na relação entre os preços do mercado a termo e os do mercado disponível, fato que pode afetar a escolha das estratégias de comercialização (Mendes 1980). Analisou-se ainda a sensibilidade do modelo, com base nos preços de 1973/78, a variação na disponibilidade de crédito, e aumento da taxa de juro agrícola.

Resultados com base no período de 1973/78

Os resultados indicam que os produtores de soja com maior aversão ao risco selecionam um conjunto diferente de estratégias de comercialização que aquelas com menor aversão ao risco. Um produtor com elevada aversão ao risco, ($\alpha = 1.0$), por exemplo, formaria o seguinte plano de comercialização: da sua produção de soja, ele venderia 32,8% na época da colheita; 12,1% através da estratégia 4; 24,3% através da estratégia 13; 7,8% através da estratégia 14. O plano acima corresponderia à venda de 12,1% da soja antes da colheita para entrega nesta época; 24,3% na colheita para entrega após a colheita e 30,8% após a colheita. Em outras palavras, isto significa que haveria dois meses com grandes concentrações de venda: 32,8% em maio (época da colheita) e 42,1% em setem-

bro, sendo que 86,4% desta última seriam vendidos através de "hedging" (Tabela 1).

TABELA 1. Percentagem de vendas de soja, por estratégia de comercialização, segundo coeficientes selecionados de aversão ao risco, modelo 1973/78.

Coeficiente de aversão ao risco	Renda líquida esperada (US\$)	Estratégias de comercialização dos planos ótimos					
		SB ₁	SB ₄	SB ₅	SB ₉	SB ₁₃	SB ₁₄
1.0	39,144	32,8	12,1	-	24,3	23,3	7,8
0.1	39,659	32,8	-	-	36,4	23,0	7,8
0.05	39,662	32,8	-	-	36,3	23,1	7,8
0.01	39,683	32,7	-	-	36,1	23,3	7,9
0.0007	39,691	32,7	-	-	36,0	23,4	7,9
0.0025	41,205	18,0	-	29,7	31,1	-	21,2
0.0005	45,200	12,4	-	39,2	25,4	-	23,0
0.0001	45,679	-	-	66,8	2,0	-	31,2
0.0 (LP)	47,150	-	-	100	-	-	-

Fonte: computado.

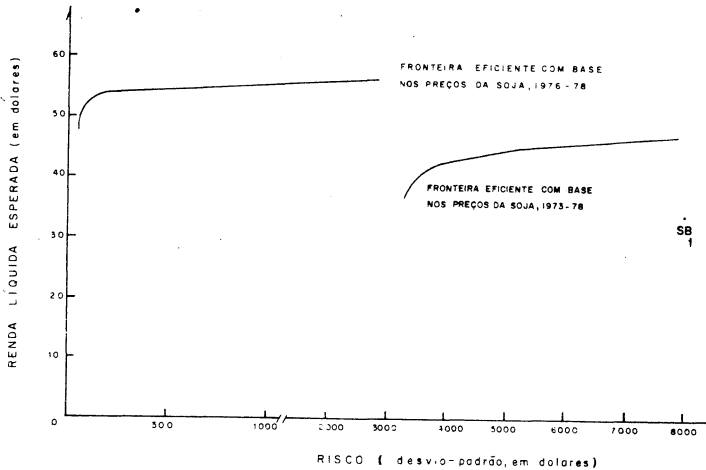
É interessante observar que o plano de comercialização acima parece ser válido para um intervalo relativamente grande do coeficiente (α) de aversão ao risco. Para α variando de 1.0 a 0.025, o plano de vendas recomendado deveria ser composto da seguinte maneira: um terço da produção de soja seria vendido na época da colheita, no mercado disponível, um terço seria feito "hedge" com contrato de setembro e o terço restante seria vendido em quantidades iguais no mercado disponível, entre os meses de julho a novembro. Isto significa que dois terços da produção seriam estocados para entrega em meses de pós-colheita, notadamente setembro.

O produtor com menor aversão ao risco ($\alpha = 0.0001$), ou seja, aquele que aceita uma compensação relativamente menor na renda esperada, para um dado incremento no risco, que um indivíduo mais averso à variabilidade ($\alpha > 0.0001$), selecionaria um plano de comercialização composto por um terço da sua produção de soja vendido antes da colheita (vendas iguais em novembro e janeiro) para entrega na colheita, 65% seriam estocados e vendidos em quantidades iguais em julho, setembro, outubro e novembro, e apenas 2% seriam vendidos através de "hedging" para setembro futuro.

Esses resultados demonstram que, embora a quantidade de soja entregue na época de colheita (um terço da produção) não difira com o grau de aversão ao risco, a época de decisão da venda deste volume se distancia do período de colheita (maio) para o produtor menos averso ao risco.

O uso do "hedging" parece reduzir o risco de preço, porque o produtor com maior aversão ao risco e que, portanto, procura um plano com maior estabilidade de renda, venderá maior parcela de sua produção no mercado a termo, cujo "hedge" seria assumido em maio para maturação

em setembro. Portanto, os planos de comercialização que não incluem operações de "hedging", podem gerar uma renda esperada mais elevada, a qual, contudo, está associada a um maior grau de risco. Isto faz com que esses planos sejam selecionados por produtores que temem relativamente menos a possibilidade de perda devido à variabilidade de preços (Fig. 1).



Os resultados mostram também que um plano de comercialização da soja, formado apenas pela venda deste produto na época da colheita, gera uma renda esperada relativamente menor que outros planos alternativos, além de estar esta renda associada a um grau de risco 3,7 vezes maior. Mesmo comparado a um plano gerado pela programação linear (PL), cujo objetivo é a maximização da renda, a renda da soja com venda apenas na época da colheita seria 11,6% menor e com 1,6 vez maior risco que o da PL, cujo plano já é caracterizado por uma grande variabilidade. Ambos os planos (o da venda na colheita e o oriundo de PL) gerariam rendas esperadas inferiores aos níveis dos planos mais seguros. O critério do "plano seguro" se baseia na pressuposição de que o agricultor pode escolher racionalmente um plano particular, baseado na renda esperada e no nível mínimo de renda associado a um grau de probabilidade muito elevado. O nível mínimo aceitável de renda, baseado nas necessidades anuais de capital, foi estimado em US\$ 66,224, significando que somente os planos de comercialização com renda superiores a este mínimo, a nível de probabilidade razoavelmente elevado (95% ou mais), poderão ser considerados aptos à possível seleção⁹.

⁹ Todos os dados financeiros foram convertidos em equivalentes dólares para acompanhar a mesma unidade monetária das cotações da Bolsa de Mercadorias de Chicago.

Um resultado interessante é que os “planos mais seguros” correspondem a coeficientes de aversão ao risco muito baixos (entre 0.0025 e 0.0001) Embora a PL gere a maior renda líquida esperada, esta solução não resultou no plano mais seguro devido à variabilidade relativamente alta a que está associado o plano de PL. Estes resultados são uma forte evidência de que o produtor atribui uma certa importância ao risco, mas este valor nem deve ser próximo ao coeficiente unitário nem ao outro extremo, ou seja, zero.

Análise de sensibilidade do modelo

Nesta seção, avalia-se o impacto de possíveis mudanças na seleção dos planos ótimos¹⁰ de comercialização devido a:

- a. variações na disponibilidade de crédito;
- b. aumento da taxa de juros.

Com base na política de preços mínimos, a disponibilidade de crédito do plano básico foi estimada em US\$ 50,116. Dois outros níveis de crédito foram simulados: o primeiro, foi de US\$ 66,224, que é o valor das necessidades de capital, enquanto o segundo nível foi de US\$ 18,689, valor suficiente de capital apenas no primeiro trimestre.

A expansão do crédito além do limite determinado pela política dos preços mínimos não afetaria o plano ótimo de comercialização da soja, ou seja, apesar da maior disponibilidade de crédito, o produtor continuaria a selecionar as mesmas estratégias nas suas mesmas quantidades respectivas. O efeito da expansão do crédito seria sobre o esquema de repagamento do empréstimo, que seria saldado no último trimestre devido às taxas de juros de crédito agrícola subsidiadas¹¹, as quais estimulam o repagamento dos débitos no maior prazo possível. Como consequência, houve um acréscimo de 3% na renda esperada, o qual foi devido aos benefícios econômicos do crédito subsidiado e não a uma melhor combinação de comercialização.

Contudo, uma redução na disponibilidade de crédito de US\$ 50,116 para US\$ 18,689 geraria um grande impacto no plano de comercialização, e o produtor seria forçado a vender uma maior parcela de sua produção na época da colheita, o que traria como consequência um decréscimo na renda de 15%. As principais razões para esta redução de renda são:

¹⁰ O termo “ótimo” é assim usado porque as estratégias de comercialização selecionadas para compor um plano representam estratégias “dominantes” no sentido markowitziano.

¹¹ O efeito do aumento da taxa de juro agrícola será adiante analisado.

- a. as perdas dos benefícios do crédito subsidiado; e
- b. a falta de crédito força o produtor a vender sua soja para atender às suas necessidades de capital, de modo que estratégias de comercialização menos rentáveis são selecionadas.

Com relação à taxa de juro agrícola, que, em termos nominais, foi de 13%, no período analisado (1973/78) contra uma taxa de inflação, no Brasil, de quase três vezes maior, neste período objetivou-se estimar o imposto da eliminação do subsídio de crédito agrícola sobre as decisões da comercialização da soja. A taxa anual de juros simulada foi de 50,82% que corresponde ao percentual pago pelo setor não-agrícola¹². Os resultados indicam uma maior concentração das vendas na época da colheita e não-utilização de empréstimo. Isto significa que se os produtores tivessem que pagar a mesma taxa de juros que o setor não-agrícola, seria mais lucrativo atender a suas necessidades de capital diretamente através das receitas das vendas do produto do que pelo financiamento à comercialização. Portanto, a esta taxa de juros, os acréscimos adicionais nos preços da soja, na entressafra, não compensariam os custos do empréstimo. A eliminação do subsídio causaria uma redução na renda da empresa em torno de 20%.

Resultados com base no período de 1976/78

Devido à alteração no comportamento da relação entre os preços do mercado a termo e os do mercado disponível, no período de 1976/78, relativamente ao do período 1973/78, porque a diferença¹³ de preços entre os dois mercados, no período mais recente, se tornou menor e menos flutuante, constituiu-se um modelo com base nos dados de preços de 1976/78, com o objetivo de detectar possíveis mudanças no plano de comercialização. Além disso, como a variabilidade de preços mais recentes pode melhor refletir as relações de preços futuros, os produtores talvez se baseiem, com maior confiabilidade, nos preços dos últimos anos para as suas decisões de comercialização (Tabela 2).

Os resultados demonstram que, com base nos preços do triênio 1976/78, os produtores comporão um plano de comercialização substancialmente modificado em relação àquele baseado no período de 1973/78. A diminuição na magnitude da "base" aumentaria o potencial de uso do "hedging", o que pode ser evidenciado pela grande parce-

¹² Esta taxa corresponde a 12% de juros mais a taxa média de inflação de 38,82% no período.

¹³ A diferença entre o preço do mercado a termo e o preço do mercado atual é chamada de "base", a principal variável na orientação das decisões de "hedging" (Hieronymus 1971).

la da produção de soja, que seria vendida através da estratégia 7, ou seja, o produto é colhido e armazenado no início de maio, época da venda no mercado a termo com posição para julho, mas, no início deste mês, faz-se a compra do contrato do mercado futuro e a venda definitiva no mercado disponível (Ponta Grossa). Pelo menos 60% da soja seriam comercializados através da estratégia acima, enquanto a produção restante seria vendida em outubro e novembro em iguais quantidades. Os agricultores com menor aversão ao risco concentrariam ainda mais a venda da soja através da estratégia 7, chegando a 100% da sua produção para os planos de comercialização para coeficientes de aversão ao risco menores que 0,0005. Portanto, com base no comportamento de preços da soja em anos mais recentes, os resultados indicam duas coisas: primeiro que o uso do "hedging" como estratégia de comercialização seria altamente lucrativo para o sojicultor paranaense, pois ele poderia obter um aumento na renda esperada, em torno de 30%, a qual estaria associada a uma redução de risco superior a 70%. Segundo, na época da colheita, toda a produção seria armazenada, nada sendo comercializado neste período.

TABELA 2. Percentagem de vendas de soja, por estratégia de comercialização, segundo coeficientes selecionados de aversão ao risco, modelo 1976/78.

Coeficiente de aversão ao risco	Renda líquida esperada (U:\$)	Estratégias de comercialização dos planos ótimos										
		SB ₁	SB ₂	SB ₃	SB ₇	SB ₈	SB ₉	SB ₁₀	SB ₁₁	SB ₁₂	SB ₁₃	SB ₁₄
1.0	51,141		7,3	13,7	13,8	14,6	11,6	16,0	0,4	0,4	4,9	17,3
0.1	54,038		5,3		57,0	12,3						24,4
0.05	54,411	4,6			70,8							24,6
0.01	54,520	4,0			72,1							23,9
0.007	54,617	3,3			73,4							23,3
0.0025	55,017	0,8			78,6							20,6
0.0005	55,512				84,5							15,5
0.0001	56,808				100							
0.0 (LP)	56,808				100							

Fonte: Computado.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Os sojicultores que têm maior aversão ao risco procuram vender uma parcela maior (quase um terço) de sua produção na época da colheita no mercado disponível, embora a variabilidade desta estratégia seja grande isoladamente. A inclusão de vendas na época da colheita se deve ao fato da correlação negativa entre os preços nesta época e os dos meses de pós-colheita, o que contribui para a redução do risco de plano de comercialização sem sacrificar muito a renda esperada.

O produtor com maior grau de aversão ao risco venderia parte de sua produção através da operação de "hedging", como medida de redução

da variabilidade de seu plano de comercialização.

Por outro lado, o produtor menos averso ao risco armazenaria quase dois terços de sua soja para vender em lotes parcelados no mercado disponível nos meses de julho, setembro, outubro e novembro.

A venda da produção total da soja apenas na época da colheita no mercado disponível não só gera um plano de comercialização com a menor renda esperada, devido ao aviltamento de preços nesta época do ano, como também associa esta renda ao maior grau de risco.

Os planos de comercialização mais seguros, ou seja, aqueles que geram rendas superiores a um nível mínimo aceitável para a manutenção das necessidades da família e dos negócios da empresa, correspondem a coeficientes de aversão ao risco muito baixos, executando-se o plano gerado pela programação linear (PL) devido à sua grande variabilidade, apesar da renda elevada.

A expansão da disponibilidade de crédito, além do limite determinado pela política dos preços mínimos, não contribuirá para uma melhor comercialização da soja. Entretanto, a redução de crédito trará um impacto negativo na renda por forçar o produtor a selecionar estratégias menos rentáveis. Conclui-se que os níveis atuais de disponibilidade de crédito, estimados com base na política de preços mínimos, são suficientes. Não é recomendada a sua expansão, mas muito menos a sua redução, porque esta provocaria uma diminuição na renda da empresa quase na mesma magnitude que um aumento na taxa de juro agrícola, ao nível da taxa paga pelo setor não-agrícola. Portanto, é economicamente recomendada uma taxa agrícola mais real com abundância de crédito, do que uma escassez de crédito mesmo com a taxa de juros subsidiados.

A menor diferença entre os preços do mercado futuro e os do mercado disponível, em anos mais recentes, tem aumentado o potencial de uso do "hedging", possibilitando geração de uma renda agrícola maior e mais estável.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L. & HARDAKER, B. *Agricultural decision analysis*. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1977.
- BAUMOL, W.J. An expected gain-confidence limit criterion for portfolio selection, *Management Science*, 10(1):174-182, October 1973.
- CHICAGO BOARD OF TRADE, *Selected writings of holbrook working*, Chicago, 1977a.
- CHICAGO BOARD TRADE, *Selected writings on futures markets*, Readings in futures markets, edited by A.E. Deck, vol. II, 1977b.

- FRANCIS, J.C. **Investments: Analysis and management**. 2.ed. New York, McGraw Hill, 1976.
- FRANCIS, J.C. & ARCHER, S.H. **Portfolio analysis**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1971.
- FREUND, R.J. The introduction of risk into a programming model, **Econometrics**, **24**, 1956.
- GARDNER, B.L. Futures prices in supply analysis, **American Journal of Agricultural Economics**, **58**:81-84, 1976.
- GRAÇA, L.R. Custos de produção da soja, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, 1976. Tese Mestrado.
- GRAY, R.W. & RUTLEDGE, D.J.S. The economics of commodity futures markets; a survey. **Review of Marketing and Agricultural Economics**, **42**: 57-109, 1972.
- HELMUTH, J.W. **Futures trading under conditions of uncertainty**. Columbia, Missouri, University of Missouri, 1970. Tese Doutorado.
- HIERONYMUS, T.A. **Economics of futures trading for commercial and personal profit**. New York, Commodity Research Bureau, 1971.
- HOPKIN, J.A.; BARRY, P.J. & BAKER, C.B. **Financial Management in Agriculture**. Danville, Illinois The Interstate Printers and Publishers, 1973.
- LUTGEN, L.H. **Simulation of crop production-marketing decisions under uncertainty for eastern Nebraska Lincoln**, Department of Agricultural Economics, University of Nebraska, 1976. (Tese Ph.D.).
- MABERLY, E.D. **Portfolio theory and market efficiency; an application to marketing strategies of wheat producers**. Texas, A & M University, 1978. (Tese Ph.D.).
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection, **Journal of Finance**, **7**(1):77-91, March 1952.
- MARKOWITZ, H. **Portfolio selection; efficient diversification of investments**, Cowles Foundation, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1959.
- MATTUELLA, J.L. **Análise do consumo e renda a nível de famílias rurais – Campo Real – RS. Porto Alegre**, Rio Grande do Sul. Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas (IEPE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1974. (Tese de MS).
- MENDES, J.T.G. The selection of marketing strategies under price risk: the case of brazilian soybeans. Columbus, Ohio, The Ohio State University, 1980. (Tese Ph.D.).
- SAMUELSON, P.A. The consumer does benefit from feasible price stability, **Quarterly Journal of Economics**, **86**:476-498, August 1972.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA. **Custo de produção do trigo**. Curitiba, Departamento de Economia Rural, 1975.
- TAHA, H.A. **Operation research; an introduction**. 2.ed. New York, MacMillan, 1976.
- WAUGH, F.V. Does the consumer benefit from price instability?, **Quarterly Journal of Economics**, **58**:602-614, August 1944.