

PERSPECTIVAS PARA A SOJA BRASILEIRA NO COMÉRCIO MUNDIAL: UM ENSAIO SOBRE O CONFLITO SOJA TRANSGÊNICA VERSUS SOJA CONVENCIONAL A PARTIR DA APLICAÇÃO DE UM JOGO COM ESTRATÉGIAS MISTAS

Maria de Fátima Garcia*
Márcio José Spaki Zapparoli**

Resumo

O presente estudo empreende uma análise acerca das perspectivas da participação brasileira no comércio mundial de soja, diante do dilema de produzir soja transgênica x soja não transgênica. O procedimento analítico baseou-se em um jogo de estratégias mistas, em que o jogador busca manter os adversários numa situação de incerteza, de imprevisibilidade. Desse modo, o critério da utilidade esperada é usado para buscar a otimização das vendas esperadas das duas modalidades de soja brasileira no mercado internacional. Com este intuito são formuladas as funções de verossimilhança para as respectivas modalidades de soja. As conclusões sugeridas são: 1. Se a probabilidade de Argentina e Estados Unidos ofertarem soja convencional é próxima de zero, considera-se a probabilidade de o Brasil ofertar soja convencional próxima de 1. Neste caso, a esperança matemática das vendas de soja convencional brasileira é maximizada. 2. Se a probabilidade de o resto do mundo vender soja transgênica é próxima de 1, considera-se probabilidade zero do Brasil exportar soja transgênica. Neste caso, a esperança matemática das vendas de soja transgênica brasileira é minimizada. Portanto, se o objetivo do Brasil for aumentar sua participação no mercado mundial de soja, maximizar as vendas esperadas de soja convencional parece ser a decisão mais correta. No entanto isto somente é possível se o Brasil abrir mão da venda de soja transgênica.

Palavras – chave

Comércio mundial de soja, participação brasileira, soja transgênica , Jogos bayesianos

Abstract

In this paper we use game theory with mixed strategies to analyze the Brazilian policy dilemma regarding producing or not transgenic soybean. The expected utility criteria was used to optimize the strategies sales of soybean product in the world market for transgenic and non. Overall, the results reached are the following: i) If the probability of Argentina and EUA of offering non-transgenic soybean in the world market are closer to zero, the Brazilian one would be close to one. This result would maximize the Brazilian soybean sales of non-transgenic; ii) If the probability of the rest of the world of selling transgenic is closer to one, the probability of Brazil selling transgenic is zero. In this case, the expected sale of transgenic by Brazil is minimized. Thus, if the Brazilian objective is to raise its participation in the world market of soybean, it should work towards maximizing non-transgenic soybean sales. However, this is only possible if quit selling the transgenic product.

Palavras-Chave

International trade soybean Brazillian transgenic soybean Games theory Mixed strategies games

* Professora Associada/UEM

** Bolsista de Iniciação Científica - CNPq

1. Introdução

Nos últimos anos, a questão em torno da produção de alimentos transgênicos no Brasil entrou para a agenda de discussão política, dos governos federal e estadual motivada, principalmente, pelo surgimento de áreas clandestinas com cultivo de soja transgênica. Em fevereiro de 2004, foi aprovado o projeto de lei 2401/03 que instrui sobre a segurança e a fiscalização de organismos geneticamente modificados – ogm's.

Ocorre que o Brasil é hoje o principal exportador de soja não transgênica, com boas perspectivas para crescer neste mercado. Boa parte do excelente desempenho do agronegócio brasileiro no ano de 2003, quando apresentou um crescimento de 6,54% em relação a 2002, deveu-se ao segmento da soja, líder do ranking das exportações nesse ano.¹

No entanto, o interesse pelo plantio dos transgênicos vem se fortalecendo, sob a alegação de uma economia de custos de produção e de aumentos de produtividade. A alegação contrária argumenta com a provável fuga daqueles países compradores de soja convencional.

Os principais mercados de destino da soja brasileira, em ordem decrescente de importância são a China, Países Baixos, Alemanha, Espanha, Itália, Japão e França. No entanto, o principal mercado comprador da soja brasileira é o europeu. A recíproca também é verdadeira, ou seja, o Brasil é o principal vendedor de soja para o mercado europeu, avesso aos organismos geneticamente modificados. Deste modo, o Brasil tem um mercado garantido para a soja convencional, num cenário de não expansão da produção de soja transgênica.

Há que se destacar o crescente interesse da China, cujo consumo começou em 1996, e do Japão pela soja brasileira (convencional), mas que não são avessos aos ogm's pois compram também soja transgênica dos EUA. Deste modo a liberação do plantio de soja transgênica no Brasil abre a possibilidade de expansão desta variedade no campo brasileiro e, por conseguinte, de concorrência com os Estados Unidos e com a Argentina, no segmento internacional de soja transgênica.

Diante disto, duas questões precisam ser respondidas: i. O Brasil tem condições de competitividade frente aos Estados Unidos e à Argentina, tradicionais produtores de soja transgênica? ii. Em que sentido, a decisão de liberar os ogm's afetaria a participação brasileira nesse comércio mundial?

A polêmica atual em torno desta questão é um indicativo de que não há uma resposta de consenso. Neste cenário de incertezas e dissenso em torno das perspectivas para a soja brasileira, o presente estudo tem por propósito apreender e qualificar a questão soja transgênica x soja não transgênica no Brasil, à luz da teoria dos jogos. Trata-se de uma avaliação qualitativa das perspectivas para a expansão e diversificação horizontal do mercado desta leguminosa, em que a participação brasileira no comércio mundial constitui o resultado a ser otimizado a partir do mecanismo do jogo escolhido para ser jogado pelos estrategistas.²

O estudo proposto justifica-se tendo em vista que a soja é hoje o principal item das exportações brasileiras, além de introjetar um potencial de crescimento fabuloso, especialmente para os mercados de soja tradicional (não transgênica).

O fato é que o Brasil tem na mão a possibilidade de dominar o mercado de soja não transgênica produzindo um bem diferenciado dos grandes produtores, e único, o que resultaria em uma valorização do produto, com maiores preços e, conseqüentemente, maior taxa de lucro. Haverá situações em que alguns mercados se tornarão disponíveis apenas para o Brasil,

¹ Informe Departamento Econômico, N. 71FAESP-SP: 2004.

² O interesse pela teoria dos jogos como instrumental analítico surgiu a partir de um seminário ministrado pelo Prof. Frederico Jayme Katz, em visita ao nosso Programa de Mestrado. Em seu estudo, o Prof. Fred empreende uma análise qualitativa sobre as perspectivas de consolidação do MERCOSUL, tendo em vista experiências da mesma natureza como o NAFTA e a União Européia (Katz et. al. 2002).

e não mais para seus concorrentes. Dessa forma, o que pode ocorrer é a divisão em duas categorias do produto: os EUA como maior produtor mundial de soja transgênica, e do outro lado, o Brasil como o maior fornecedor mundial de soja não transgênica. O resultado disso seria o mesmo de um monopólio, por parte do Brasil, da produção não transgênica de soja, uma vez que, inicialmente, caberia unicamente ao Brasil atender a maior parte da demanda internacional por um produto natural.

Sendo assim, é plausível pensar que o Brasil possa perder uma grande fatia do mercado, uma vez adotada a produção da soja transgênica, uma vez que teria que enfrentar uma forte concorrência dos Estados Unidos e Argentina, já que estes são os maiores produtores da modalidade transgênica da soja. Acresce que existe a possibilidade de forte dependência dos produtores às empresas que produzem a soja transgênica, devido aos pacotes biotecnológicos produzidos por estas, o que resulta em elevação de custos, portanto.

Ocorre que a soja transgênica vem ganhando espaço nesse mercado mundial, o que futuramente pode se tornar tão importante quanto o de soja tradicional. Isto faz com que o poder público, em nível do executivo e do legislativo e judiciário, tenha diante de si uma questão delicada e da maior importância para a sociedade brasileira, a ser resolvida no médio prazo. Nesse sentido a presente pesquisa busca contribuir com uma reflexão sobre esse dilema sem a pretensão de apontar uma solução definitiva para a referida questão.

Além desta introdução, o presente estudo compreende três seções. Na seção 1 empreende-se uma análise histórica da produção da cultura de soja, buscando-se identificar o caminho percorrido por esta cultura no Brasil, que se inicia no Rio Grande do Sul e se expande em direção às regiões do Cerrado e Norte, passando pelo Paraná. A segunda seção divide-se em duas partes. Na primeira parte, apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre a teoria dos jogos, com foco para o modelo de jogo a ser utilizado como instrumental de análise; Na segunda parte procede-se à racionalização do conflito a partir do jogo escolhido na primeira parte desta seção. Na terceira e última seção são sugeridas algumas respostas à questão levantada.

2. A Produção de soja no Brasil: Uma análise histórica.

Nesta seção realiza-se uma análise da evolução da produção brasileira de soja no período 1980/2005, e suas articulações com o mercado mundial, a partir do comportamento do índice de evolução da produção, tomando como ano base 1992, de acordo com a tabela 1 do apêndice estatístico no final do trabalho.

A soja é uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de cinco mil anos. Sua espécie mais antiga, a soja selvagem, crescia principalmente nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos nas proximidades dos lagos e rios da China Central. Há três mil anos a soja se espalhou pela Ásia, onde começou a ser utilizada como alimento. No cenário mundial, a soja adquire grande importância no século XX, quando chega aos Estados Unidos, após a primeira grande guerra. No Brasil, o grão chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Porém, sua expansão somente ocorreu na década de 1960, com o apoio do governo à agricultura comercial, proporcionada pela chamada Revolução Verde.

Segundo Brum (2004), a cultura da soja, através do binômio soja-trigo, trouxe a modernização do setor primário brasileiro. O rodízio das duas culturas permitia o uso dos mesmos insumos e máquinas, bem como o clima favorável ao plantio das duas culturas no mesmo solo, algo não muito comum pelo mundo afora, já que a soja era plantada no verão e o trigo durante o inverno, na mesma terra. Dessa forma, tal modelo de produção consolidou-se no estado gaúcho, sendo levado às outras regiões do país pela procura de novas terras aptas ao

plântio, atingindo o oeste catarinense e grande parte do Paraná, e logo em seguida o Centro-Oeste.

O grande sucesso do Brasil na produção de soja, atualmente, está ligado a três fatores segundo o referido autor: o mercado internacional e nacional da oleaginosa em constante crescimento, sobretudo na fase inicial da cultura no país; o forte apoio estatal, com crédito subsidiado para investimentos nessa cultura; e o espírito empreendedor dos produtores rurais ocupantes do sul do Brasil, inicialmente. Esses fatores levaram o Brasil a se tornar o segundo maior produtor individual de soja do mundo nas últimas décadas.

Durante a década de 1960 a agricultura, que tinha ficado marginalizada pela política econômica ao longo do processo de substituição de importações, começa a ganhar um papel de importância para a economia, somente a industrialização não servia mais de mecanismo de crescimento e desenvolvimento econômico. Diante disso, nota-se uma lenta, mas constante abertura comercial da economia brasileira.

No início da referida década, a economia apresenta uma forte desaceleração do crescimento e a agricultura retrai-se em consequência a uma forte seca (1963), chegando inclusive a racionamentos de energia. Ao longo da década, e mais precisamente no período do “milagre” econômico (1968-73) a agricultura cresceu, em média, a uma taxa de 4,5% a.a., com forte expansão do crédito agrícola responsável pelo processo de mecanização. Quanto à abertura da economia, tal fato se deve ao crescimento das exportações consequente da melhora dos termos de troca, ampliando a oferta dos produtos agrícolas ao mercado externo em detrimento do mercado interno (consumo doméstico). No final da referida década, ocorreram mudanças nos métodos de produção agrícola. As técnicas de cultivo não eram mais satisfatórias para o prosseguimento do crescimento agrícola ao ritmo exigido para sustentar a expansão no setor industrial, iniciando-se nesse período processo de modernização da agricultura, influenciado pelas recentes vantagens da tecnologia agrícola geradas pela “revolução verde” (BAER, 1996).

Além das condições favoráveis da demanda externa e a política de mini desvalorizações cambiais³, outros fatores que contribuíram para essa menor oferta interna de alimentos foram o processo de modernização que beneficiou, entre outras culturas, a soja com subsídios para o uso de insumos químicos, e o crédito rural, que se concentrou em torno dos grandes produtores (SERRA, 1982).

Na década de 1970 a soja consolidou-se no sul do país, impulsionada pelo crescimento da demanda européia e japonesa, bem como pela quebra da oferta de soja americana para o Mercado Comum Europeu, a partir de 1974. Isto desencadeou o processo de expansão da cultura, a partir do Rio Grande do Sul, em direção à região norte, passando por Santa Catarina, Paraná, Centro - Oeste, até atingir o norte do país. Outro fator importante que contribuiu para esta expansão diz respeito os incentivos governamentais à implantação de indústrias moageiras para a exportação de farelo e consumo interno de óleo de soja. Foi nesse período que a Argentina entrou na produção da oleaginosa (Brum. 2000: 3).

Atualmente, a produção em largas propriedades está situada na zona entre o Cerrado e a Amazônia, no norte do estado do Mato Grosso, também na porção noroeste do estado da Bahia e sudoeste dos estados do Maranhão e Piauí. Há, também grandes concentrações nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, de acordo com a Figura 1.

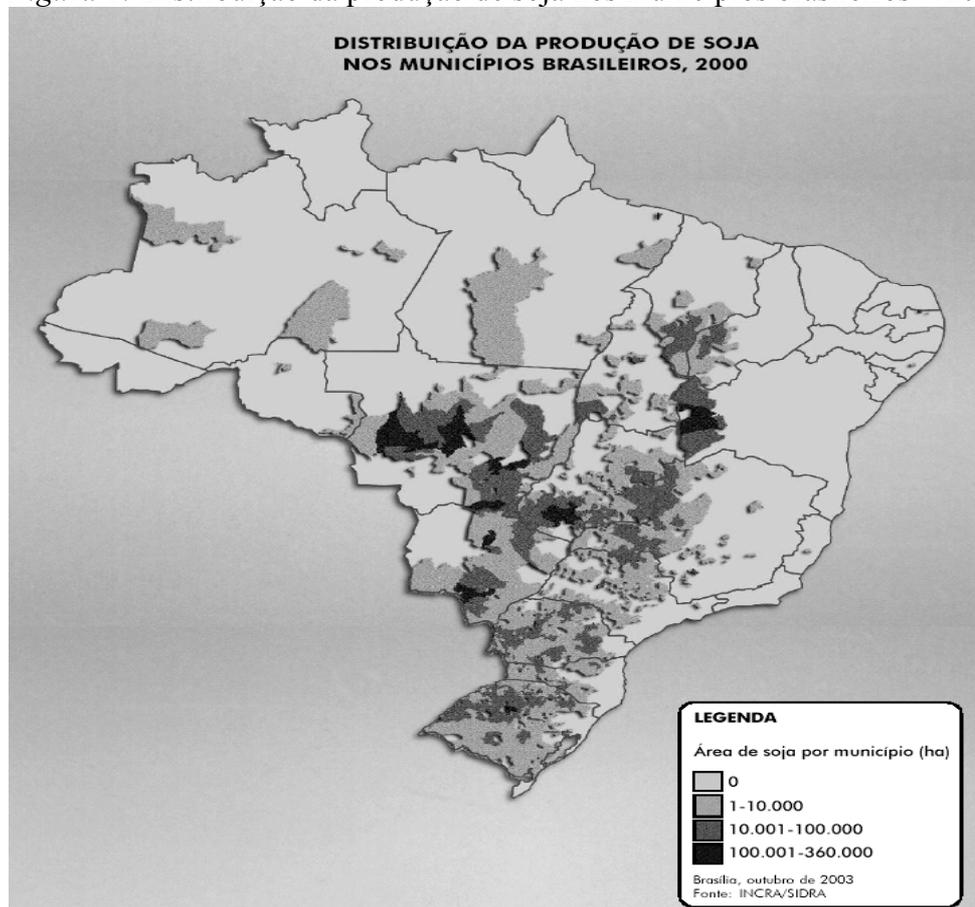
O desenvolvimento da produção agrícola culminou com o importante papel dos mecanismos de AGF (Aquisição do Governo Federal) e EGF (Empréstimo do Governo Federal)⁴, atuantes no processo de modernização agrícola no final da década de 1960 e durante a década de 1970. Esses mecanismos objetivavam impedir uma grande flutuação dos

³ A política de minidesvalorização cambial, instaurada em 1968, trazia que a variação cambial deveria refletir o diferencial entre a inflação doméstica e a internacional.

⁴ Maiores informações sobre o funcionamento dos mecanismos de AGF e EGF ver GREIMAUD, 200x, p. 406.

preços agrícolas durante o período da safra até a entre safra. Além disso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – desempenhou um importante papel no setor de pesquisas e auxílio técnico aos agricultores.

Figura 1: Distribuição da produção de soja nos municípios brasileiros – 2000



Fonte: WWF Brasil

Em pouco tempo, os preços da soja dobraram no Brasil e o governo continuou a estimular a cultura com crédito subsidiário. Este conjunto de fatores contribuiu decisivamente para a consolidação da soja no sul do Brasil e posteriormente no Paraná e Centro-Oeste (BRUM, 2000). Além disso, foi nesta década que a produção agrícola, voltada para a exportação, recebeu atenção especial como instrumento de melhoria da balança comercial, a qual estava em declínio devido às pressões inflacionárias, provocadas pela crise do petróleo.

A década de 1980 foi de grandes incertezas para o futuro da soja no Brasil e no Rio Grande do Sul. Em 1970, o Rio Grande do Sul representava 65% da produção nacional, já em 1980 caiu para 38% chegando a 27% no ano de 1989, quando outros Estados como Paraná e Mato Grosso assumiram a liderança na produção nacional.

Nesta década, houve uma situação de produção e preços bastante ruins durante quase todo o período, que se associou a uma decisão oficial do governo de retirar os subsídios à produção, e dessa forma, os custos de produção das lavouras elevaram-se durante toda a referida década, como resultado, não apenas da inflação, mas principalmente do menor apoio estatal. Chegou-se a falar até em “crise agrícola” devido às turbulências ocorridas no mercado. Dessa forma, a produção em pequenas e médias propriedades que dependiam do

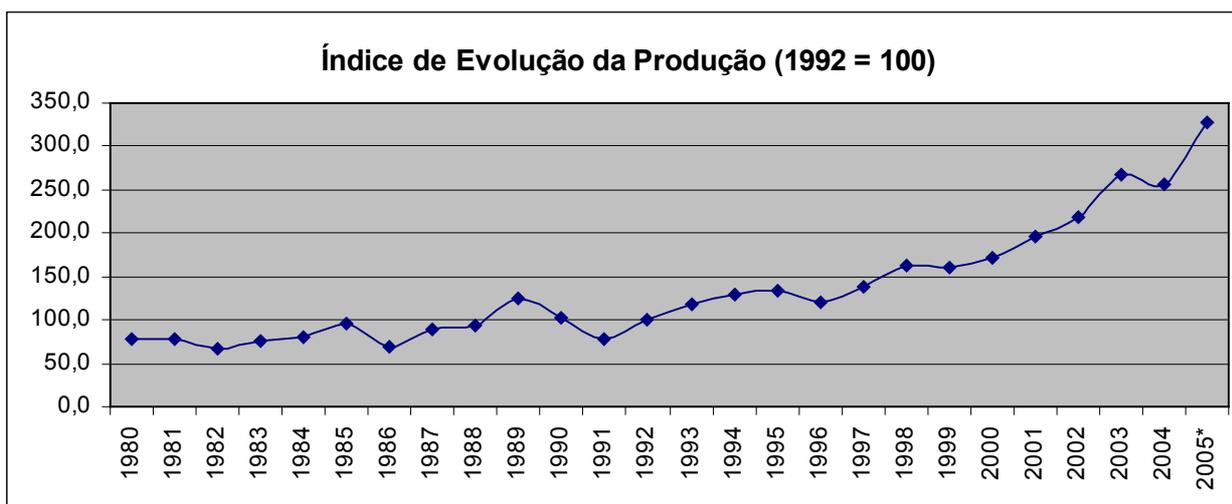
incentivo e de um mercado promissor, estavam fadadas ao desaparecimento, já que era inviabilizada com a monocultura de soja por absoluta falta de escala produtiva.

Já a partir de 1990, a produção saiu do período de dificuldades e dúvidas, para um período de retomada da produção derivada de avanços tecnológicos. Neste período houve um expressivo aumento da área cultivada e da produtividade, porém o Rio Grande do Sul não conseguiu aumentar sua participação no processo produtivo nacional, caindo para o terceiro lugar no contexto nacional de participação (14,3% em 1999), ficando atrás do Mato Grosso (1º) e do Paraná (2º).

Assim, os produtores procuraram produzir maiores quantidades, não mais pelo aumento horizontal da produção (mais área plantada), mais sim pela verticalização da produção (mais produtividade com menos custos). É nesse contexto que a soja transgênica ganha espaço, em 1996, no Rio Grande do Sul. A possibilidade de produzir com menos custos, assim como ocorreu com a Argentina e os EUA, levou os produtores gaúchos a iniciarem o plantio transgênico.

O excelente desenvolvimento da soja no Brasil pode ser avaliado a partir do índice de evolução da produção desta cultura no período 1980/2005, elaborado tomando-se como base o ano de 1992 (Gráfico 1).

Gráfico 1: Evolução da produção de soja no Brasil



Fonte: IBGE/ Elaboração própria.

*Valor estimado segundo IBGE.

Neste ano de 1992, a soja apresentou a terceira maior safra da história até então. A produção (1991/92) atingiu um total de 19,22 milhões de toneladas, com crescimento de 28,6% em relação à safra anterior. O complexo de soja manteve-se na liderança na pauta de exportações de *commodities* agrícolas. O Brasil continuou competitivo no mercado, apesar das divergências quanto aos subsídios apresentados pelos países da Comunidade Econômica Européia (CEE) e os Estados Unidos (EUA). De maneira geral, os fatores favoráveis à boa produtividade da lavoura no ano foram: o aspecto climático favorável proporcionado pela regularidade das chuvas; O programa especial de crédito agrícola EGF (Empréstimo do Governo Federal).

Em âmbito internacional, havia uma expectativa de quebra acentuada na produção dos Estados Unidos devido à redução na área de plantio e previsões climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento das lavouras como o clima de seca no meio-oeste americano em função do

El Niño. A não efetivação desses fatores, presenciada posteriormente, poderia ter provocado uma compressão dos preços internacionais, não fosse a melhoria no nível de consumo mundial e o aumento dos preços internos motivados pelo estímulo do segmento exportador brasileiro com o hiato, deixado pela Argentina, no comércio internacional, devido ao atraso da sua colheita e aos elevados custos da sua indústria, os quais também foram agravados pela defasagem do câmbio.

De acordo com o gráfico, no período de 1980-86, a produção manteve-se estável. Nos três anos subsequentes, apresentou um leve crescimento. Em seguida, apresentou uma reversão, caindo nos três anos subsequentes, de tal modo que em 1991 apresentou o mesmo nível de produção de 1988. A retração foi da ordem de 21,7% .

Essa retração na produção foi decorrente da queda de 6% na área de plantio da cultura, face à escassez de recursos oficiais para o custeio das lavouras, além da grande diminuição na produtividade causada, em larga medida, pelo menor uso de insumos e por anormalidades climáticas (estiagem). Apesar desses fatores, no mercado internacional, o clima favorável nos EUA após a seca de 1989, propiciou um bom desenvolvimento das lavouras de soja em 1989 e possibilitou a recuperação da produção mundial do grão na temporada 1989/90.

A partir de 1991, observa-se uma tendência de crescimento acentuado no restante da série em que se verificam apenas dois reveses. Em 1996 e 2004. No entanto, é interessante observar que, após cada revés, a tendência de crescimento torna-se mais acentuada, em relação ao período anterior.

Em 1996, foram colhidas 23,3 milhões de toneladas de soja. Um crescimento 20% superior ao ano base (1992), mas com um volume 9,4% inferior ao da safra anterior, devido à redução de 8,1% na área cultivada. Neste ano, não só a produção de soja, mas a produção agrícola, em geral – destacando os cereais, as leguminosas e as oleaginosas – apresentou um recuo, refletindo o desestímulo causado pela queda nos preços da safra anterior. Além disso, as negociações de securitização das dívidas agrícolas não foram totalmente efetivadas, permanecendo grande número de produtores inadimplentes e impedidos de obter créditos de custeio.

A queda na produção também está associada à necessidade de rotação de culturas em áreas atingidas por doenças, e ainda, ao fraco desempenho das safras de importantes estados produtores como Rio Grande do Sul (4,3 milhões de toneladas), Minas Gerais (1 milhão de toneladas) e Bahia (700 mil toneladas). Além disso, houve uma prolongada estiagem no segundo semestre de 1995, que não apenas retardou o plantio como também determinou prejuízos à cultura, como afirma o Banco Central do Brasil em seu boletim do ano em questão. Em termos globais, houve uma redução da produção mundial de soja, que teve como principal causa problemas climáticos nos principais países produtores, principalmente nos Estados Unidos.

3. Teoria dos Jogos: aspectos teórico - conceituais

A gênese da teoria dos jogos encontra-se nos estudos pioneiros de Augustin Cournot(1838) e Francis Edgeworth(1881). O primeiro analisou o oligopólio a partir da perspectiva de um jogo não - cooperativo de soma não nula, em que estão implicadas n pessoas. O segundo formalizou um modelo de equilíbrio geral de trocas, fazendo uso do seu famoso diagrama de Caixa de Edgeworth, das curvas de indiferença e da curva de contrato. Neste trabalho não se encontra qualquer referência aos preços, e os jogadores podem realizar as trocas que desejarem tendo em vista uma dotação fixa de fatores.

No entanto a primeira tentativa de formalização de teoria dos jogos coube a Emile Borel(1921), mas os resultados não foram significativos, limitando-se ao estudo da

matemática. A conexão entre teoria dos jogos e a teoria econômica vai ocorrer cem anos depois com John Von Neuman e Oskar Morgenstern. O primeiro publicou em 1928 um exercício teórico sobre jogos de estratégia referido como *minimax theorem*, no qual se estabelece o equilíbrio de um jogo de soma zero entre dois jogadores.

O trabalho mais importante, no entanto, deve-se a uma parceria entre estes dois autores, John von Neumann e Oskar Morgenstern. Trata-se da *Theory of Games and Economic Behavior*, publicada em 1944, na qual encontra-se uma discussão exaustiva sobre a aplicação econômica da teoria dos jogos. Esta obra causou grande expectativa quanto à aplicabilidade às questões econômicas e se esperava uma revolução teórica na economia, dado o amplo espectro deste instrumental teórico analítico. No entanto, se nos anos que se seguiram à publicação desta obra tal expectativa não se concretizou, na contemporaneidade, as perspectivas de aplicabilidade parecem muito mais concretas diante da interatividade e iteratividade que permeiam as relações econômicas, sociais e políticas na chamada economia globalizada.

3.1. Jogos e informação assimétrica

Um dos aspectos fundamentais da teoria dos jogos diz respeito ao caráter assimétrico das informações, exigindo que sejam feitas conjecturas sobre as prováveis estratégias dos oponentes de cada jogador e, com base nestas, cada um destes jogadores decide sobre suas prováveis estratégias. Tais conjecturas, para cada jogador, são representadas por uma função de verossimilhança formulada em nível de cada jogador, individualmente, na qual encontram-se as probabilidades estimadas, subjetivamente, sobre a verdadeira situação dos oponentes, bem como de todas as informações relevantes para a tomada de decisão.

Os jogos incorporando informação incompleta receberam a denominação de jogos bayesianos, porque foram estudados inicialmente, pelo estatístico Thomas Bayes no século XVIII, o qual introduziu o uso das funções de verossimilhança na teoria dos jogos. Deste modo a forma genérica é como segue:

$$G [S_A, S_B, t_A, t_B, B_A, B_B, U_A(a,b,t_A,t_B), U_B(a,b,t_A,t_B)], \text{ onde}$$

U_A e U_B são as utilidades obtidas, respectivamente, por A quando adota a estratégia a, e por B quando adota a estratégia b;

S_A e S_B representam os conjuntos de estratégias disponíveis para A e B, respectivamente;

t_A e t_B dizem respeito às características dos jogadores A e B respectivamente;

B_A e B_B são as respectivas funções de confiança de A e B acerca das características de B(t_B) e de A(t_A), respectivamente.

Os resultados dos jogadores A e B dependem, não apenas das estratégias escolhidas ($a \in S_A, b \in S_B$), mas das características de cada jogador (Nicholson, 2002).

3.6. Os jogos com estratégias mistas e o equilíbrio Bayesiano - Nash

Os jogos envolvendo estratégias mistas introjetam um caráter de incerteza na medida em que “cada jogador deseja manter o adversário no escuro pela imprevisibilidade” (Chiang,1982:656). Isto ocorre porque um jogador escolhe entre duas ou mais estratégias puras de acordo com probabilidades pré-especificadas. Atribui-se uma probabilidade para cada escolha e os jogadores jogam suas escolhas de acordo com essas probabilidades.

Em um jogo com estratégias mistas, potencializa-se a possibilidade de ocorrência de um equilíbrio, e neste, cada agente escolhe a frequência ótima para jogar suas estratégias, dadas as frequências das escolhas dos outros jogadores (Varian,2000:533). Neste sentido é plausível admitir que a combinação de estratégias de equilíbrio é do tipo Bayesiano – Nash, segundo a qual a maximização do resultado depende da ação desconhecida dos oponentes.

Desse modo adota-se o critério da utilidade esperada, segundo o qual um par de estratégias a^* , b^* será um equilíbrio do tipo Bayesiano-Nash, desde que a^* maximiza a utilidade esperada de A, quando B escolhe a estratégia b^* e vice – versa. (Nicholson, 2002: 565).

Especificamente a forma funcional é como segue:

$$E [U_A (a^*, b^*, t_A, t_B)] = \sum_{t_B} B_A(t_B) U(a^*, b^*, t_A, t_B) \geq E [U_A(a', b^*, t_A, t_B)] ,$$

para todo $a' \in S_A$

$$E [U_B(a^*, b^*, t_A, t_B)] = \sum_{t_A} B_B(t_A) U(a^*, b^*, t_A, t_B) \geq E [U_B(a^*, b', t_A, t_B)] ,$$

para todo $b' \in S_B$

Um exemplo clássico de equilíbrio Bayesiano – Nash , reside no jogo da “batalha dos sexos”, com estratégias mistas, em que a estratégia de um jogador(A) depende da estratégia que o outro jogador (B) adotará, e vice-versa. A matriz de resultados, conforme abaixo, mostra as preferências de cada jogador, revelando que ambos preferem passar juntos, as férias. No entanto, A prefere montanha e B prefere litoral.

Quadro 1: Matriz de resultados do jogo batalha dos sexos

		Estratégia de B	
		Montanha	Litoral
Estratégia de A	Montanha	2, 1	0, 0
	Litoral	0, 0	1, 2

Suponha que o esposo (A) escolha ir para montanha, com probabilidade r e para o litoral com probabilidade $(1-r)$. Da mesma maneira, suponha que a esposa (B) adote a estratégia de ir para a montanha com probabilidade s , e para o litoral $1-s$. Dessa forma, o conjunto resultante das probabilidades de ambos jogadores, para cada estratégia adotada será: rs (montanha; montanha), $r(1-s)$ (montanha; litoral), $(1-r)s$ (litoral; montanha), e $(1-r)(1-s)$ para (litoral; litoral).

A utilidade esperada de A é dada por:

$$E(U_A) = rs(2) + r(1 - s)(0) + (1 - r)(s)(0) + (1 - r)(1 - s)(1)$$

$$E(U_A) = 1 - s + r(3s - 1).$$

A escolha ótima de A em relação à probabilidade r , depende da probabilidade s escolhida por B. Se $s < \frac{1}{3}$, a utilidade esperada de A será maximizada adotando $r = 0$. Se $s = \frac{1}{3}$, a utilidade esperada de A será $\frac{2}{3}$, independente do valor de r ; e se $s > \frac{1}{3}$, A deverá optar por $r = 1$.

Quanto à utilidade esperada de B, esta é dada pela seguinte equação:

$$E(U_B) = rs(1) + r(1 - s)(0) + (1 - s)(r)(0) + (1 - r)(1 - s)(2)$$

$$E(U_B) = 2 - 2r + s(3r - 2).$$

Quando A escolhe $r < \frac{2}{3}$, a utilidade esperada de B é maximizada adotando $s = 0$. Para $r > \frac{2}{3}$, B deverá escolher $s = 1$; e quando $r = \frac{2}{3}$, B a sua utilidade esperada independe do valor de s .

4. Qualificando o dilema soja transgênica x soja convencional

Esta seção constitui uma tentativa de racionalização do dilema soja transgênica x soja não transgênica, à luz da teoria dos jogos. Com este propósito, adotou-se um jogo de estratégias bayesiano, no qual incorpora-se a informação assimétrica, portanto o critério da utilidade esperada é usado para a maximização do resultado de cada jogador. Segundo este jogo, um par de estratégias (a^* , b^*) consiste num equilíbrio Bayesiano – Nash desde que a^* maximiza a utilidade esperada do jogador A, quando B adota a estratégia b^* e vice-versa (Nicholson, 2002:564).

Diante da questão levantada, o resultado a ser otimizado consiste na perspectiva da participação brasileira no mercado mundial de soja, por meio da maximização das funções de verossimilhança para as vendas esperadas das duas modalidades de soja brasileira: transgênica e convencional, tendo como fio condutor os seguintes pressupostos:

- i. As duas variedades de soja não podem ser escoadas pelo mesmo porto, devido à possibilidade de contaminação da carga de soja convencional, com sementes de soja transgênica;
- ii. O Brasil é o principal fornecedor mundial de soja não transgênica (convencional), enquanto a Argentina e os Estados Unidos configuram-se como os maiores exportadores de soja transgênica;
- iii. A União Européia não aceita a entrada de produtos transgênicos, sendo o principal foco de resistência internacional à soja transgênica.
- iv. O Japão e a China consomem as duas versões da soja, exigindo apenas o selo de origem e a comprovação de ser ou não transgênico.
- v. O principal comprador da soja brasileiro é, de longe, o europeu. A recíproca também é verdadeira, ou seja, o Brasil é o principal vendedor de soja para mercado europeu, avesso aos ogm's. Portanto, o Brasil tem um mercado garantido de soja convencional, num contexto de não disseminação da cultura transgênica.

vi. A liberação do plantio da soja transgênica abre a possibilidade de expansão desta modalidade de soja e, por conseguinte, de competição com os Estados Unidos e a Argentina no segmento internacional deste produto;

vii. O mercado de soja norte americano é composto pela China, Japão, México e Taiwan. Os dois primeiros são compradores tradicionais da soja convencional do Brasil, o que permite afirmar que estariam mais receptivos a comprar soja transgênica brasileira. O mesmo não se pode esperar dos dois últimos, contudo. Estes são parceiros tradicionais dos Estados Unidos.

viii. Aspectos sociais, políticos, ambientais, tecnológicos e econômicos fazem parte do entrecho, portanto, precisam ser ponderados quando das decisões estratégicas sobre a produção de soja transgênica no Brasil.

Os pressupostos, vi, vii, e viii estão fundamentados nos dados de comércio do Brasil com o resto do mundo, constantes da tabela 2A do apêndice estatístico. Cruzando-se estes dados com os dados dos países de destino da soja transgênica Norte Americana, nota-se que o Brasil divide o mercado de soja do Japão e da China com os Estados Unidos, enquanto a União Européia caracteriza-se como um mercado exclusivo para a soja brasileira.

Com base em tais pressupostos, formula-se a Matriz de Resultados para o comércio mundial de soja, seguindo a mesma lógica do jogo “ batalha dos sexos com estratégias mistas” discutido anteriormente.

Quadro 2: Matriz de *Scores*

		RMC			RMT	
		UE	Ch _c	Ja _c	Ch _t	Ja _t
SBC	UE	(3, 1)	(3, 1)	(3, 1)	(0,0)	(0,0)
	Ch _c	(2, 1)	(2, 1)	(2, 1)	(0,0)	(0,0)
	Ja _c	(2, 1)	(2, 1)	(2, 1)	(0,0)	(0,0)
SBT	Ch _t	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(1, 2)	(1, 2)
	Ja _t	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(1, 2)	(1, 2)

De acordo com esta matriz, a soja brasileira convencional (SBC) tem como destino a União Européia (UE), que compra somente soja convencional, a parte da China que compra soja convencional (identificada por Ch_c) e a parte do Japão que também compra soja convencional (Ja_c). A soja brasileira transgênica (SBT) destina-se especificamente para a China (Ch_t) e Japão (Ja_t). Quanto ao resto do mundo, aqui entendido como a soja exportada pelos Estados Unidos e Argentina, nas modalidades, convencional (RMC) e transgênica (RMT).

Sendo o mercado europeu o maior importador da soja brasileira (48% das exportações brasileiras em 2004), arbitrou-se o *score* 3 para a SBC destinada à UE. Para a SBC destinada aos mercados chinês (Ch_c) e japonês (Ja_c), arbitrou-se o *score* 2, por serem menos importantes quando comparado com o anterior. Além disso, como o Brasil não tem tradição na produção de transgênicos, arbitrou-se o *score* 1 para a SBT destinada aos mercados chinês (Ch_t) e Japonês (Ja_t).

Quanto ao resto do mundo, inverte-se a lógica. Arbitrou-se para RMC, fornecedor de soja convencional, *score* 1, dada sua pouca expressão, do mesmo modo como ocorre com a SBT, enquanto para o RMT arbitrou-se o *score* 2, dada sua maior importância.

A matriz de *score* embute quatro quadrantes, dos quais o segundo e o terceiro apresentam *score* 0, em todas as suas células, enquanto nas células constantes do primeiro e do quarto quadrantes, encontram-se os *scores* referentes à estratégia brasileira (elemento à esquerda da célula) e à estratégia do resto do mundo (elemento à direita da célula). Isto reflete o fato de que a soja convencional não compete no mesmo mercado que a soja

transgênica, e vice versa, portanto, os únicos quadrantes que interessam para a análise são o primeiro e o quarto indicando que cada categoria do produto compete entre si apenas.

Na busca de um equilíbrio num jogo com estratégias mistas, a matriz de probabilidades elaborada com base nos pressupostos arrolados no início desta seção é como segue:

Quadro 3: Matriz de Probabilidades

		RMC			RMT	
		UE	China _c	Japão _c	China _t	Japão _t
SBC	UE	$\rho \theta$	$\rho (1 - \eta)$	$\rho (1 - \gamma)$	$\rho \eta$	$\rho \gamma$
	China _c	$r \theta$	$r (1 - \eta)$	$r (1 - \gamma)$	$r \eta$	$r \gamma$
	Japão _c	$\mu \theta$	$\mu (1 - \eta)$	$\mu (1 - \gamma)$	$\mu \eta$	$\mu \gamma$
SBT	China _t	$(1 - r) \theta$	$(1 - r)(1 - \eta)$	$(1 - r)(1 - \gamma)$	$(1 - r) \eta$	$(1 - r) \gamma$
	Japão _t	$(1 - \mu) \theta$	$(1 - \mu)(1 - \eta)$	$(1 - \mu)(1 - \gamma)$	$(1 - \mu) \eta$	$(1 - \mu) \gamma$

De acordo com esta matriz, a probabilidade do Brasil comercializar soja convencional com a União Européia é representada pela letra grega ρ , enquanto estas probabilidades para a China e Japão são r e μ , respectivamente. Sendo assim, a probabilidade do Brasil vender soja transgênica é o inverso da probabilidade deste vender soja convencional, isto é, $(1 - r)$ para China e $(1 - \mu)$ para o Japão.

No caso do Resto do Mundo, a probabilidade de comercializar soja convencional com a União Européia é θ , para China e Japão a probabilidade é igual ao inverso da probabilidade de venda, do seu produto especializado (soja transgênica). Ou seja, $(1 - \eta)$ para a probabilidade de vender soja convencional à China, e $(1 - \gamma)$ para a probabilidade de vender soja convencional ao Japão. Quanto à probabilidade do mesmo jogador vender soja transgênica (RMT) para a porção da China que aceita tal produto, representa-se pela letra η ; para o Japão que aceita o consumo de tal produto, a probabilidade de venda é γ .

Com isso, convencionou-se adotar probabilidades ditas “puras” para os jogadores que produzem seu produto já familiarizado: soja convencional para o Brasil (ρ , r , μ) e soja transgênica pela Argentina e Estados Unidos, chamados de Resto do Mundo (θ , η , γ).

As funções de verossimilhança para as vendas esperadas da soja brasileira no mercado internacional são elaboradas multiplicando-se os elementos das células da matriz de resultados pelo semelhante da matriz de probabilidade. Ou seja:

1. Para soja convencional

$$E(V_{sc}) = \rho\theta^3 + \rho(1 - \eta)^3 + \rho(1 - \gamma)^3 + r\theta^2 + r(1 - \eta)^2 + r(1 - \gamma)^2 + \mu\theta^2 + \mu(1 - \eta)^2 + \mu(1 - \gamma)^2$$

$$E(V_{sc}) = 3\rho [\theta + (1 - \eta) + (1 - \gamma)] + 2r [\theta + (1 - \eta) + (1 - \gamma)] + 2\mu [\theta + (1 - \eta) + (1 - \gamma)].$$

2. Para soja transgênica

$$E(V_{st}) = 1(1 - r)\eta + 1(1 - r)\gamma + 1(1 - \mu)\eta + 1(1 - \mu)\gamma$$

$$E(V_{st}) = \eta - r\eta + \gamma - r\gamma + \eta - \mu\eta + \gamma - \mu\gamma$$

$$E(V_{st}) = [(1 - r) + (1 - \mu)] [\eta + \gamma].$$

A maximização destas funções de verossimilhança depende, fundamentalmente, das estimativas de probabilidades para as vendas de soja brasileira, convencional e transgênica, para os respectivos mercados consumidores, elaboradas, levando em conta as estimativas de probabilidades das vendas de soja, convencional e transgênica, do resto do mundo. Estas estimativas são elaboradas subjetivamente, levando em conta os pressupostos arrolados no início desta seção.

Deste modo, estima-se que a probabilidade do Resto do Mundo (tradicional produtor de soja transgênica) vender soja convencional é mínima, mas não pode ser considerada nula. Isto porque não se pode descartar a possibilidade de algum outro fornecedor surgir no mercado. Portanto, estima-se que a probabilidade de venda de soja convencional do resto do mundo para a União Européia é igual será $\theta = 0,1$. Por conseguinte, a probabilidade de venda de soja transgênica pelo resto do mundo será $\eta = 0,9$, para o mercado chinês, e $\gamma = 0,9$ para o mercado Japonês. Enquanto as probabilidades de vendas de soja convencional do resto do mundo para os referidos mercados, chinês e japonês são, respectivamente, $(1-\eta) = 0,1$ e $(1-\gamma) = 0,1$.

Com base nestas estimativas, as funções de verossimilhança $E(V_{sc})$ e $E(V_{st})$ serão otimizadas, estimando-se as probabilidades de venda de soja convencional brasileira para os referidos mercados $\rho = 0,9$, $r = 0,9$ e $\mu = 0,9$. Por conseguinte, as probabilidades de vendas de soja transgênica brasileira que otimizam as referidas funções de verossimilhança são $(1-r) = 0,1$ para o mercado chinês, e $(1-\mu) = 0,1$ para o mercado japonês.

4.1. À guisa de conclusão

Supondo acertadas as referidas estimativas de probabilidades, a função de verossimilhança para as vendas esperadas de soja brasileira convencional será maximizada, enquanto a função de verossimilhança para as vendas de soja transgênica brasileira é minimizada.

Em outras palavras, ao se formularem as funções de verossimilhança para as vendas esperadas brasileiras nos dois segmentos de mercado de soja: convencional e transgênico, as conclusões sugeridas são que: i. Se a probabilidade de Argentina e Estados Unidos ofertarem soja convencional é próxima de zero, considera-se a probabilidade próxima de 1 do Brasil ofertar soja convencional. Neste caso, a esperança matemática das vendas de soja convencional brasileira é maximizada. ii. Se a probabilidade da Argentina Estados Unidos fornecerem soja transgênica é próxima de 1, considera-se probabilidade zero do Brasil exportar soja transgênica. Neste caso, a esperança matemática das vendas de soja transgênica brasileira é minimizada. Ou seja, se o objetivo do Brasil for aumentar sua participação no mercado de soja internacional, maximizar as vendas esperadas de soja convencional parece ser a decisão mais correta. No entanto isto somente é possível se o Brasil abrir mão da venda de soja transgênica.

5. Referências Bibliográficas

ALBERTS, Bruce, et al. **Plantas transgênicas na agricultura**. Disponível em: ftp://ftp.abc.org.br/transABC21_br.rtf. Acesso em: dez. 2004.

BAER, Werner. O desempenho da agricultura. In: _____. **A economia brasileira**. São Paulo: Nobel, 1996. cap. 13, p. 308-326.

BESANKO, David, BRAEUTIGAM, Ronald R. **Microeconomia: Uma Abordagem Completa**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

BRUM, A. L. **Economia da Soja: Historia e Futuro**. Disponível em: <http://www.agromil.com.br/econosoja.html>. Acesso em: dez. 2004.

CARRIERI, Aleandre de Pádua, MONTEIRO, Ana Victória V. M., A agricultura sustentável e a biotecnologia: Trajetórias tecnológicas e a (neo) territorialização no campo. **Informações Econômicas**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v. 26, n. 4, p. 11-20, abril 1996.

CARVALHO, Yara M. Chagas de, Desafios da agricultura par o desenvolvimento sustentado. **Informações Econômicas**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v. 27, n.5, p. 25-37, maio 1997.

CHIANG, Alpha. Matemática para economistas. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982.

KATZ, Frederico Jayme, et al. **Mercosul: mudanças necessárias**. Recife: Fundação Antônio dos Santos Abranches-FASA, 2002(Coleção Neal).

NICHOLSON, Richard. **Microeconomic Theory: Basic Principals and Extensions**. 7^a ed. Orlando – Flórida: Dryden Press, 1998.

SANTINI, Giuliana Aparecida, PAULILLO, Luiz Fernando, Estratégias tecnológicas e aspectos concorrenciais das empresas de dementes de milho e soja no Brasil, **Informações Econômicas**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v. 32, n. 10, p. 20-30, outubro 2002.

SANTINI, Giuliana Aparecida, PAULILLO, Luiz Fernando, Mudanças tecnológicas e institucionais na indústria de sementes no Brasil: uma análise aplicada aos mercados de milho híbrido e soja. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v. 50, n. 1, p. 25-42, 2003.

SIMONSEN, Mario H. **Teoria Microeconômica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1979.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia: princípios básicos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

Apêndice Estatístico

Tabela 1A: Série histórica da soja.

Ano	Produção (T)	Área (ha)	Colhida	Rendimento Médio (T/HA)	Evolução (base 1992=100)
1980	15.155.804	8.774.023		1,727	78,9
1981	15.007.367	8.501.169		1,765	78,1
1982	12.836.047	8.203.277		1,565	66,8
1983	14.582.347	8.137.112		1,792	75,9
1984	15.540.792	9.421.202		1,650	80,9
1985	18.278.585	10.153.405		1,800	95,1
1986	13.330.225	9.181.587		1,452	69,4
1987	16.968.827	9.134.291		1,858	88,3
1988	18.016.170	10.519.972		1,713	93,8
1989	24.071.360	12.211.208		1,971	125,3
1990	19.897.804	11.487.303		1,732	103,6
1991	14.937.806	9.616.648		1,553	77,7
1992	19.214.705	9.441.391		2,035	100,0
1993	22.574.762	10.635.330		2,123	117,5
1994	24.912.345	11.514.425		2,164	129,7
1995	25.651.272	11.657.575		2,200	133,5
1996	23.155.274	10.291.470		2,250	120,5
1997	26.391.448	11.486.478		2,298	137,4
1998	31.307.440	13.303.656		2,353	162,9
1999	30.987.476	13.061.410		2,372	161,3
2000	32.820.826	13.656.771		2,403	170,8
2001	37.881.339	13.974.299		2,711	197,1
2002	42.124.898	16.365.441		2,574	219,2
2003	51.482.344				267,9
2004	49.221.619	21.479.257		2,292	256,2
2005*	63.150.893	22.957.392		2,751	328,8

Fonte: IBGE

Elaboração própria

*Valores estimados segundo IBGE

Tabela 2A: Exportações brasileiras de soja em grão, por país de destino.

Países Destino	1990		1991		1992	
	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB
Alemanha	189.460	42.091	152.402	33.186	267.253	58.330
China	-	-	-	-	-	-
Espanha	488.110	109.332	367.288	81.634	610.287	131.482
França	134.162	30.768	44.271	9.726	69.552	15.323
Itália	266.638	57.894	105.099	22.846	261.160	56.718
Japão	733.762	164.596	243.305	54.139	426.860	91.845
Países Baixos	488.650	331.010	774.369	172.809	1.351.220	293.800
Outros	776.502	174.325	333.702	73.827	749.647	161.070
TOTAL	4.077.284	910.016	2.020.436	448.167	3.735.979	808.568
Países/Destino	2002		2003		2004	
	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB	Quant. (t)	Valor US\$1000FOB
Alemanha	1.587.799	307.517	2.206.528	493.473	1.635.513	498.239
China	4.142.665	825.475	6.101.943	1.313.073	5.678.005	1.621.736
Espanha	1.209.718	223.587	.569.663	334.061	1.542.159	418.310
França	501.578	94.540	579.156	130.265	173.982	49.192
Itália	521.300	97.167	773.353	165.066	862.255	240.283
Japão	712.223	140.013	625.293	140.001	381.047	97.270
Países Baixos	2.946.293	543.969	3.669.291	769.694	3.569.138	952.412
Outros	4.348.426	799.717	4.365.240	944.810	5.405.590	1.517.465
TOTAL	15.970.002	3.031.984	19.890.466	4.290.443	19.247.689	5.394.907

Fonte: SECEX/DECEX

Elaboração:

CONAB/DIGEM/S