
ASPECTOS ECONÔMICOS DA SOJA TRANSGÊNICA

Antonio Carlos Roessing¹

1. Introdução

Uma planta transgênica é aquela na qual foi introduzido um gene de outro organismo por métodos diferentes do melhoramento tradicional. A engenharia genética nas plantas tem sido objeto de controvérsias desde 1971, quando o primeiro organismo geneticamente modificado foi desenvolvido. Com a comercialização das sementes de plantas transgênicas, a biotecnologia tem tomado lugar de destaque na agricultura.

Enquanto os primeiros testes com culturas transgênicas eram conduzidos nos Estados Unidos e França, a República Popular da China foi o primeiro país a comercializar sementes transgênicas no início dos anos 90, com a introdução do tabaco resistente a vírus. Em 1994, os Estados Unidos iniciaram o plantio do tomate de maturação prolongada. A partir daí, o desenvolvimento e uso das culturas transgênicas ganhou força. Em 1997, a área global sob culturas transgênicas era de 12,8 milhões de hectares, 4,5 vezes os 2,8 milhões de hectares de 1996 (Tabela 01). O grande aumento no cultivo de produtos transgênicos, em 1997, ocorreu nos Estados Unidos, seguido da Argentina e Canadá. Considerando todas as culturas, a proporção de área com transgênicos, nos países industrializados, aumentou de 57%, em 1996, para 74%, em 1997. No entanto, essa

área decresceu, nos países em desenvolvimento, de 43% em 1996 para 25% em 1997 (James, C. 1998). A maior área de cultura transgênica no mundo, atualmente, é de soja resistente a herbicida, seguido de canola resistente a herbicida.

Tabela 01. Área global de culturas transgênicas em 1996 e 1997, por país.

REGIÃO	1996		1997	
	milhões ha	porcentagem	milhões ha	porcentagem
Estados Unidos	1,5	52	8,1	64
China	1,1	39	1,8	14
Argentina	0,1	4	1,4	11
Canadá	0,1	4	1,3	10
Austrália	< 0,1	1	0,1	< 1
México	< 0,1	1	< 0,1	< 1
Total	2,8	100	12,8	100

Fonte: James, 1997.

As maiores mudanças ocorridas em relação à utilização de transgênicos estão correlacionadas com os seguintes aspectos:

o aumento da área de transgênicos entre 1996 e 1997, nos países industrializados, foi quase 4 vezes maior que nos países em desenvolvimento (7,9 milhões de hectares contra 2,0 milhões de hectares);

a soja e o milho contribuíram com 75% do aumento global de transgênicos entre 1996 e 1997;

os transgênicos tolerantes a herbicidas foram responsáveis por 63% (6,2 milhões de hectares) do aumento global na utilização de culturas geneticamente modificadas, entre 1996 e 1997; resistência a insetos contribuiu com 29% e resistência a vírus com 7%.

As análises preliminares indicam que existem sig

¹ Pesquisador da Embrapa

nificantes e múltiplos benefícios com o uso de culturas geneticamente modificadas. Entretanto, isso não implica que esses benefícios sejam igualmente divididos entre companhias produtoras (que detêm a patente), produtores de sementes, produtores de grãos, industriais e consumidores. Alguns benefícios resultantes do uso de OGM (Organismos Geneticamente Modificados), em diferentes culturas podem ser:

1. o tabaco resistente ao vírus, na China, aumentou a produtividade de folhas em 5% a 7%, com diminuição de 2% a 3% na aplicação de inseticidas para controlar os vetores;

2. o algodão resistente a insetos, com o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), permitiu uma redução de custos de aplicação de inseticidas entre US\$140.00 a US\$280.00 por hectare, nos Estados Unidos;

3. o milho resistente ao ataque de coleópteros apresentou benefícios estimados em US\$19 milhões em 1996 e US\$190 milhões em 1997, nos Estados Unidos;

4. a soja resistente a herbicida, nos Estados Unidos, em 1996, resultou em economia de 10% a 40% no requerimento de herbicida, melhor controle de plantas daninhas e umidade do solo, melhora na produtividade, menor resíduo de herbicida no solo e maior flexibilidade no manejo da cultura.

Após algumas considerações de caráter geral a respeito de OGM e sua adoção, será discutido mais especificamente o caso da soja resistente ao herbicida glyphosate.

Como já foi comentado, a área mundial semeada com soja geneticamente modificada (transgênica), teve um aumento bastante significativo, principalmente nos Estados Unidos e na Argentina. Nos Estados Unidos, dados de pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) mostram que, na safra de 2000, a média da área total do país foi de 54% com cultivar RR (Roundup Ready). A distribuição das áreas, por estado, encontra-se na Tabela 02.

Tabela 02. Percentual da área semeada com soja transgênica por estado produtor nos Estados Unidos na safra 2000.

Estado	Percentual
AR Arkansas	43
IL Illinois	44
IN Indiana	63
IA Iowa	59
KS Kansas	66

MI Michigan	50
MN Minnesota	46
MS Mississippi	48
MO Missouri	62
NE Nebraska	72
ND North Dakota	22
OH Ohio	48
SD South Dakota	68
WI Wisconsin	51
Outros Estados 1/	54
Estados Unidos	54

Fonte: USDA. 1/ Outros Estados incluem todos os que participaram do programa de estimativa de produção de soja do USDA.

No caso da Argentina, a adoção foi maior que nos Estados Unidos. Partindo em 1997 de 0,25%, chega em 2000/2001 a 90%/95%, conforme dados do INTA-Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária.

Tabela 3. Sementes de soja RR e convencional; evolução da área cultivada e do preço.

Ano	Superfície RR/Total %	Preço Soja convencional	Preço Soja RR US\$/kg
1996/97	0,25	0,33	-
1997/98	20/25	0,33	0,70/0,8
1998/99	50/60	0,32	0,42
1999/00	85/90	0,30	0,50*
2000/01	90/95	0,28	0,45

Fonte: INTA. Dados de estudo da Estação Experimental Agropecuária de Pergamino *semente de "bolsa branca".

2. Perspectivas da produção brasileira de soja transgênica.

2.1 Cenários considerados

Não há dúvida que, qualquer projeção realizada a respeito da taxa de crescimento anual da área de soja resistente ao herbicida glyphosate é, necessariamente, um exercício de futurologia. No entanto, procura-se analisar, dentro das pressuposições, o comportamento das principais variáveis envolvidas no processo e projetar sua tendência de acordo com os dados disponíveis.

A suposição da teoria econômica envolvida nas projeções é de concorrência perfeita. A sua definição é a seguinte: "a concorrência perfeita é um modelo econômico de um mercado, em que cada agente econômico é tão pequeno em relação ao mercado que não pode exercer influência perceptível no preço. O produto é homogêneo e há uma livre mobilidade de todos os recursos, incluindo livre e fácil entrada e saída das empresas e todos os agentes econômicos no mercado gozam

de completo e perfeito conhecimento”.

Três cenários podem ser imaginados com a liberação do plantio da soja transgênica no Brasil. Esses cenários são de caráter geral e influenciam o crescimento da produção, não só da soja transgênica, mas também da tradicional. As pressuposições exclusivas que influenciam mais diretamente na adoção da soja geneticamente modificada serão enumeradas oportunamente. Os cenários são baseados exclusivamente em fatos e projeções perfeitamente realizáveis, não havendo, em nenhuma hipótese, qualquer tendência ou viés ideológico a respeito da utilização de produtos geneticamente modificados.

O primeiro cenário deve levar em conta o crescimento da produção de soja no Brasil, com menor taxa média anual em relação ao que vinha acontecendo nos últimos 10 a 20 anos, inclusive com a possibilidade de diminuição de área. As pressuposições básicas desse cenário devem ser as seguintes:

- não recuperação, a curto prazo, da economia mundial; permanência da má distribuição de renda nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos; a manutenção do preço mínimo americano no caso da soja; o aumento das restrições de mercado para produtos transgênicos por parte da União Européia, exigindo inclusive rotulagem dos produtos; fracos investimentos na matriz de transportes no Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil; a continuação da tributação em cascata e presença de ICMS interestadual para produtos agrícolas; a continuação de baixos preços da soja no mercado internacional; diminuição do orçamento para a pesquisa agropecuária, inclusive de soja; a continuação da crise de energia, pelo menos até 2005; a lenta transferência da indústria de processamento do Sul para o Centro-Oeste; baixa taxa de crescimento populacional; crise política interna até a sucessão presidencial; eleição de Presidente da República de partidos essencialmente de esquerda. Este poderia ser considerado um cenário pessimista.

O segundo cenário deve levar em conta a manutenção do crescimento da área, produção e produtividade da soja com taxas semelhantes às taxas médias anuais conseguidas nos últimos 20 anos (1980-2000). As pressuposições básicas para este cenário devem ser as seguintes:

- a recuperação da economia mundial, crescendo nos próximos anos de acordo com taxas semelhantes à média dos últimos 20 anos, não considerando os picos econômicos nem as acentuadas depressões; melhoria na distribuição de renda, principalmente nos países importadores de soja grão e de farelo; a manutenção do preço

mínimo americano no caso da soja; maior aceitação dos produtos geneticamente modificados por alguns países pertencentes à União Européia; maiores investimentos na matriz de transportes no Centro-Oeste, Norte e Nordeste; reforma tributária, eliminando certos impostos que incidem em cascata, tal como COFINS, taxas de classificação e outros, redução ou eliminação de ICMS para determinados produtos primários; recuperação de preços da soja no mercado internacional, embora não aos níveis históricos; manutenção do orçamento para a pesquisa agropecuária, inclusive de soja; resolução da crise de energia a médio prazo; aceleração na transferência da indústria de processamento do Sul para o Centro-Oeste; manutenção da taxa de crescimento populacional; diminuição da crise política interna até a sucessão presidencial; eleição de Presidente da República de partidos de oposição, porém não pertencentes a partidos essencialmente de esquerda. Este é um cenário que poderia ser considerado mais realista.

O terceiro cenário deve levar em conta o aumento da taxa anual de crescimento da área, produção e produtividade da soja com taxas semelhantes ou pouco abaixo das conseguidas nos últimos 10 anos (1990-2000). As pressuposições básicas para este cenário devem ser as seguintes:

- a recuperação da economia mundial, crescendo nos próximos anos de acordo com taxas semelhantes à média dos últimos 10 anos, não considerando os picos econômicos nem as acentuadas depressões; melhoria acentuada na distribuição de renda nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos; a eliminação do preço mínimo americano no caso da soja; aceitação da soja transgênica pela União Européia; maiores investimentos na matriz de transportes no Centro-Oeste, Norte e Nordeste; reforma tributária, eliminando impostos que incidem em cascata, e eliminação de ICMS para produtos primários; recuperação dos preços da soja no mercado internacional, aos níveis históricos; aumento da parcela do PIB alocado na pesquisa agropecuária, inclusive de soja; resolução da crise de energia a curto prazo; aceleração na transferência da indústria de processamento do Sul para o Centro-Oeste; manutenção da taxa de crescimento populacional; diminuição da crise política interna até a sucessão presidencial; sucessão presidencial sem problemas, com a participação de candidatos governistas de razoável aceitação popular. Este cenário pode ser considerado otimista.

3. Crescimento da área, produção e produtividade da soja no Brasil e no mundo.

Para se realizar uma projeção do crescimento da

área, produção e produtividade da soja deve-se considerar o crescimento anterior. Nos últimos 10 anos, a taxa anual de crescimento, principalmente, da produtividade, no Brasil, foi a maior registrada no mundo (Tabela 04).

Além do aumento da produtividade, houve, em vários países, e particularmente no Brasil, aumento de área semeada com soja, provocando um aumento significativo da produção mundial dessa oleaginosa. Em 1990, a produção mundial de soja era de 104 milhões de toneladas. Em 2000, com esse volume alcançou 168 milhões de toneladas, com aumento de 64 milhões de toneladas em 10 anos. Na década anterior, o acréscimo de produção foi menor, passando de 80 milhões de toneladas, em 1980, a 104 milhões de toneladas, em 1990, com um aumento de 24 milhões de toneladas. O aumento da área e da produção estão apresentados na Tabela 05.

Os dados da Tabela 05 são importantes para nortear a estimativa do crescimento da área que será projetada. Não existem indicativos sólidos que corroborem com taxas de crescimento da produção brasileira e mundial de soja, até 2010, acima das apresentadas na Tabela 05.

4. Projeções

Utilizando cada um dos cenários descritos e considerando suposições adicionais, que serão em seguida especificadas, tentar-se-á elaborar três situações de

avanço na produção de soja até o ano 2010, cada uma delas referentes a um dos cenários descritos.

Quando se projeta taxas de crescimento em qualquer setor produtivo da economia, deve-se levar em conta a tendência da variação dos principais fatores que influenciam aquele setor. Dessa forma, as tendên-

Tabela 04. Taxa anual de crescimento da produtividade de soja nos principais estados produtores, no Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, Índia e Mundo.

Taxa de crescimento anual da produtividade de soja (%)*

Estado/País	1980-2000	1980-1990	1990-2000
Mato Grosso	2,31	1,92	2,70
Mato Grosso do Sul	1,67	1,20	2,88
Goiás	2,41	0,54	4,97
Minas Gerais	1,63	0,27	3,36
Bahia	7,40	—	3,20
São Paulo	0,75	-0,01	2,27
Paraná	1,47	-0,40	3,40
Santa Catarina	3,80	1,18	6,53
Rio Grande do Sul	1,78	0,63	3,33
Brasil	2,09	0,54	3,40
Estados Unidos	1,71	1,60	1,11
Argentina	0,87	0,51	0,51
China	2,36	2,65	2,31
Índia	1,76	1,93	0,68
Mundo	1,59	1,23	1,70

Fonte dos dados primários: CONAB. * O cálculo foi realizado através da equação: $V = Ae^{rt}$ $\log V = \log A + rt$ $r = \frac{\log V - \log A}{t}$

onde:

V = valor decorrente de uma determinada taxa de mudança no tempo;

A = termo constante;

e = base dos logaritmos neperianos;

r = taxa instantânea de variação;

t = tempo (medido em anos)

Tabela 05. Taxa anual de crescimento da área e produção de soja nos principais estados produtores, no Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, Índia e Mundo.

Estado/País	1980-2000		1980-1990		1990-2000	
	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção
Mato Grosso	14,92	17,23	31,68	33,60	7,18	9,88
Mato Grosso do Sul	0,43	2,10	5,21	6,41	-0,85	2,03
Goiás	7,61	10,02	14,03	14,57	4,73	9,70
Minas Gerais	5,45	7,08	12,94	13,21	1,44	4,80
Bahia	28,37	35,77	—	—	12,60	15,80
São Paulo	0,38	1,13	0,25	0,24	0,51	2,78
Paraná	1,05	2,52	-0,54	-0,94	3,95	7,35
Rio Grande do Sul	-1,28	0,50	-1,58	-0,40	-0,68	2,65
Brasil	2,14	4,23	3,42	3,96	2,83	6,23
Estados Unidos	0,30	2,01	-2,01	-0,41	2,82	3,93
Argentina	7,20	8,07	10,18	10,69	6,84	7,35
China	0,52	2,88	0,43	3,08	1,41	3,72
Índia	12,47	14,23	14,80	16,73	7,94	8,62
Mundo	1,93	3,52	1,22	2,45	3,23	4,93

Fonte dos dados básicos: USDA/CONAB.

cias utilizadas, neste caso, para a taxa de crescimento das principais variáveis foram:

a. variação do crescimento da renda “per capita” nos principais países consumidores de soja, com base nos dados do Banco Mundial;

b. variação da renda “per capita” no Brasil com base em projeções da Macrométrica;

c. taxa de crescimento populacional com base em projeções da Macrométrica;

d. elasticidade-renda da demanda brasileira de soja de acordo com cálculos realizados por Yoshihiko, S.; Teixeira Filho, A.R.; Vieira, R.C.M.T. & Oliveira, A.J. (1998);

e. elasticidade-preço da demanda de soja dos Estados Unidos com base em cálculo realizado por Sullivan, J; Waino, J. & Roningen, V. (1989);

f. custos de produção de soja de acordo com levantamentos realizados pela Embrapa Soja nos principais estados produtores, no período de maio a junho de 2000;

g. evolução dos preços da soja, utilizando dados da FGV e USDA.

Para a estimativa do comportamento do mercado para os próximos 10 anos foi utilizada a seguinte equação:

$D = p + ng$ onde:

D = demanda efetiva;

p = taxa de crescimento populacional;

n = elasticidade-renda da demanda de soja;

g = taxa de crescimento da renda “per capita”

Na Tabela 06, apresenta-se as projeções de demanda, que se supõem igual à oferta, levando em conta os três cenários descritos. Essas projeções foram fei-

tas sem considerar a liberação do plantio da soja transgênica no Brasil, mesmo porque essa possibilidade não modifica em nada a oferta total de soja.

Tabela 06. Demanda e oferta de soja até 2010, considerando os três cenários descritos (toneladas).

Ano	Demanda D=p+ng+exp cenário nº 1	Demanda D=p+ng+exp cenário nº 2	Demanda D=p+ng+exp cenário nº 3
2000	32.344.600,00	32.344.600,00	32.344.600,00
2001	36.100.000,00	36.100.000,00	36.100.000,00
2002	36.972.717,50	37.363.500,00	37.905.000,00
2003	37.169.042,63	38.939.305,61	39.958.503,38
2004	37.172.387,84	39.730.162,91	41.569.230,65
2005	37.705.439,89	40.329.691,07	43.027.894,95
2006	38.271.021,48	41.633.953,28	45.150.891,29
2007	38.978.269,96	43.049.507,69	47.543.888,52
2008	39.695.275,24	44.706.052,74	50.229.167,35
2009	40.501.089,32	46.422.541,64	53.162.299,58
2010	41.319.211,33	48.293.370,07	56.367.986,24

Fonte: Cálculo baseado nos cenários descritos.
exp=exportação

As próximas projeções serão baseadas nas Tabelas 06 e 07. Todavia, será levada em conta a liberação da soja transgênica no Brasil, já a partir da safra 2001/2002. Para tanto, deverão ser consideradas, em cada cenário já descrito, suposições adicionais referentes exclusivamente à presença dessa tecnologia. As principais suposições são as seguintes:

a. o custo de produção da soja transgênica, deverá ser, pelo menos inicialmente, cerca de 20% menor que o custo da soja tradicional, porém, com o passar do tempo, a diferença será irrelevante, pelas próprias forças da economia de mercado;

b. o custo inicial do pacote semente mais herbi-

Tabela 07. Necessidade de área para atender a demanda estimada (mil ha).

Ano	Área necessária para atender a demanda (cenário 1)	Área necessária para atender a demanda (cenário 2)	Área necessária para atender a demanda (cenário 3)	produtividade estimada kg/ha
2000	13.505,05	13.505,05	13.505,05	2.395,00
2001	13.556,14	13.556,14	13.556,14	2.663,00
2002	13.746,40	13.891,69	14.093,02	2.689,63
2003	13.682,56	14.334,23	14.709,41	2.716,53
2004	13.481,57	14.409,22	15.076,20	2.757,27
2005	13.433,10	14.368,03	15.329,30	2.806,91
2006	13.380,37	14.556,12	15.785,72	2.860,24
2007	13.360,43	14.755,91	16.296,44	2.917,44
2008	13.339,41	15.023,26	16.879,27	2.975,79
2009	13.343,33	15.294,19	17.514,64	3.035,31
2010	13.345,95	15.598,57	18.206,64	3.096,01

Fonte: Cálculo baseado nas suposições.

cida, para o produto transgênico, deverá ser menor que o pacote semente mais herbicida, para o produto tradicional, tendendo à equiparação enquanto houver lucro puro de qualquer agente envolvido no negócio;

c. não haverá restrições de oferta de sementes de cultivares transgênicas;

d. não haverá diferença de qualidade do produto em decorrência do emprego de diferentes tecnologias, ou seja, a soja continua sendo uma “commoditie” e portanto, homogênea;

e. a produtividade da soja transgênica deverá ser igual ou, no máximo, 5% inferior à da soja tradicional;

f. o sistema econômico onde se inserem todas as transações em relação à soja é considerado, teoricamente, de “concorrência perfeita”, ou seja, nem o produtor, nem a tecnologia utilizada conseguem afetar o preço do produto.

Tabela 08. Projeção da área e produção de soja tradicional e transgênica no Brasil considerando o cenário 1

Ano	Área (mil ha)	Área (mil ha)	Produção (t)	Produção (t)
	Tradicional	Área (mil ha)	Tradicional	Transgênica
2000	13.505,05	-	32.344.600,00	-
2001	13.556,14	-	36.100.000,00	-
2002	13.471,47	274,93	36.233.263,15	739.454,35
2003	13.203,67	478,89	35.868.126,14	1.300.916,49
2004	12.807,49	674,08	35.313.768,45	1.858.619,39
2005	12.089,79	1.343,31	33.934.895,90	3.770.543,99
2006	11.373,31	2.007,06	32.530.368,26	5.740.653,22
2007	10.688,34	2.672,09	31.182.615,97	7.795.653,99
2008	10.004,56	3.334,85	29.771.456,43	9.923.818,81
2009	9.340,33	4.003,00	28.350.762,53	12.150.326,80
2010	9.342,16	4.003,78	28.923.447,93	12.395.763,40

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

Tabela 09. Projeção da área e produção de soja tradicional e transgênica no Brasil considerando o cenário 2

Ano	Área (mil ha)	Área (mil ha)	Produção (t)	Produção (t)
	Tradicional	Transgênica	Tradicional	Transgênica
2000	13.505,05	-	32.344.600,00	-
2001	13.556,14	-	36.100.000,00	-
2002	13.197,10	694,58	35.495.325,00	1.868.175,00
2003	12.900,80	1.433,42	35.045.375,05	3.893.930,56
2004	12.247,83	2.881,84	33.770.638,47	7.946.032,58
2005	10.776,02	3.592,01	30.247.268,30	10.082.422,77
2006	10.189,29	4.366,84	29.143.767,29	12.490.185,98
2007	9.591,34	5.164,57	27.982.180,00	15.067.327,69
2008	9.013,95	6.009,30	26.823.631,65	17.882.421,10
2009	8.411,80	6.882,39	25.532.397,90	20.890.143,74
2010	7.799,29	7.799,29	24.146.685,03	24.146.685,03

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

Tabela 10. Projeção da área e produção de soja tradicional e transgênica no Brasil considerando o cenário 3

Ano	Área (mil ha)	Área (mil ha)	Produção	Produção
	Tradicional	Transgênica	Tradicional	Transgênica
2000	13.505,05	-	32.344.600,00	-
2001	13.556,14	-	36.100.000,00	-
2002	12.683,71	1.409,30	34.114.500,00	3.790.500,00
2003	11.767,53	2.941,88	31.966.802,70	7.991.700,68
2004	10.553,34	4.522,86	29.098.461,45	12.470.769,19
2005	9.197,58	6.131,72	25.816.736,97	17.211.157,98
2006	8.682,15	7.103,57	24.832.990,21	20.317.901,08
2007	6.518,57	9.777,86	19.017.555,41	28.526.333,11
2008	6.751,71	10.127,56	20.091.666,94	30.137.500,41
2009	6.130,13	11.384,52	18.606.804,85	34.555.494,72
2010	6.372,33	11.834,32	19.728.795,18	36.639.191,06

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

Antes de considerar a projeção da diferença de receita líquida proporcionada pela introdução da soja transgênica, apresenta-se a estimativa do valor bruto da produção de soja para os três cenários considerados na Tabela 11.

Tabela 11. Estimativa do Valor Bruto e Valor Bruto menos Custos Diretos (VB-CD) da produção de soja no Brasil, para o período 2000/2010.

Ano	Valor Bruto (US\$) Cenário 1	Valor Bruto (US\$) Cenário 2	Valor Bruto (US\$) Cenário 3	Valor Bruto (US\$) Cenário 1	VB-CD (US\$) Cenário 2	VB-CD(US\$) Cenário 3
2000	3.382.576.152,03	3.382.576.152,03	3.382.576.152,03	687.300.634,03	714.253.389,21	727.595.003,03
2001	3.651.869.829,06	3.688.388.527,35	3.688.388.527,35	523.203.162,39	591.008.527,35	606.495.427,35
2002	3.740.153.782,18	3.817.482.125,81	3.891.980.270,32	456.514.309,21	532.319.740,50	575.870.703,12
2003	3.786.492.970,58	4.006.501.930,48	4.131.721.458,52	424.924.755,13	520.047.838,88	571.901.426,61
2004	3.800.074.432,42	4.307.275.612,89	4.313.300.070,62	419.245.758,03	551.085.692,76	589.100.330,19
2005	3.894.859.146,12	4.249.255.171,79	4.511.322.624,83	369.400.516,83	516.137.318,10	568.274.299,80
2006	4.035.074.075,38	4.477.434.899,57	4.855.656.513,02	373.813.020,10	534.283.184,72	622.178.008,44
2007	4.165.177.950,29	4.692.230.763,00	5.182.100.988,05	303.081.035,02	469.396.930,08	565.039.091,82
2008	4.524.582.825,27	5.197.640.322,94	5.839.771.788,64	523.629.875,37	736.702.732,43	877.837.658,03
2009	4.616.431.856,62	5.397.203.723,14	6.180.785.262,24	534.259.561,84	764.988.433,84	929.098.988,07
2010	5.004.039.016,38	5.965.630.472,76	6.963.079.526,90	768.819.855,23	1.065.060.745,17	1.300.337.537,24

Fonte: Cálculo baseado nos cenários descritos e usando a fórmula $D=p+ng$. VB=valor bruto; CD=custos diretos

Tabela 12. Estimativa da receita líquida com adoção da soja transgênica (cenário 1)

Ano	Área (mil ha) Transgênica	Produção (t) Transgênica	Custo Trad. US\$/t	Custo Soja US\$/t	Preço da Soja US\$/t	Ganho Renda (US\$)
2000	-	-	83,33	-	104,58	-
2001	-	-	86,67	-	101,16	-
2002	274,93	739.454,35	88,81	71,05	101,16	13.134.557,89
2003	478,89	1.300.916,49	90,44	76,87	101,87	17.648.233,13
2004	674,08	1.858.619,39	90,95	83,67	102,23	13.523.314,70
2005	1.343,31	3.770.543,99	93,50	88,83	103,30	17.627.293,15
2006	2.007,06	5.740.653,22	95,67	93,75	105,43	10.983.783,17
2007	2.672,09	7.795.653,99	99,08	98,09	106,86	7.724.193,83
2008	3.334,85	9.923.818,81	100,79	100,79	113,98	-
2009	4.003,00	12.150.326,80	100,79	100,79	113,98	-
2010	4.003,78	12.395.763,40	102,50	102,50	121,11	-
					Total	80.641.375,86

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

Tabela 13. Estimativa da receita líquida com adoção da soja transgênica (cenário 2)

Ano	Área (mil ha) Transgênica	Produção (t) Transgênica	Custo Trad. US\$/t	Custo Transg. US\$/t	Preço da Soja US\$/t	Ganho de Renda (US\$)
2000	-	-	82,50	-	104,58	-
2001	-	-	85,80	-	102,17	-
2002	694,58	1.868.175,00	87,92	70,34	102,17	32.851.623,85
2003	1.433,42	3.893.930,56	89,54	76,11	102,89	52.296.811,37
2004	2.881,84	7.946.032,58	90,04	81,04	103,25	71.546.474,67
2005	3.592,01	10.082.422,77	92,57	86,09	105,36	65.329.562,44
2006	4.366,84	12.490.185,98	94,71	89,97	107,54	59.147.275,72
2007	5.164,57	15.067.327,69	98,09	96,13	109,00	29.559.836,83
2008	6.009,30	17.882.421,10	99,78	99,78	116,26	-
2009	6.882,39	20.890.143,74	99,78	99,78	116,26	-
2010	7.799,29	24.146.685,03	101,48	101,48	123,53	-
					Total	310.731.584,89

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

Tabela 14. Estimativa da receita líquida com adoção da soja transgênica (cenário 3)

Ano	Área (mil ha) Transgênica	Produção (t) Transgênica	Custo Trad.	Custo Transg.	Preço da Soja	Ganho de Renda
2000	-	-	82,08	-	104,58	-
2001	-	-	85,37	-	102,17	-
2002	1.409,30	3.790.500,00	87,48	69,99	102,68	66.322.191,34
2003	2.941,88	7.991.700,68	89,09	75,72	103,40	106.794.600,96
2004	4.522,86	12.470.769,19	89,59	80,63	103,76	111.725.992,21
2005	6.131,72	17.211.157,98	91,64	86,14	104,85	94.633.159,80
2006	7.103,57	20.317.901,08	93,76	89,54	107,54	85.727.939,72
2007	9.777,86	28.526.333,11	97,11	95,65	109,00	41.553.557,07
2008	10.127,56	30.137.500,41	98,79	98,79	116,26	-
2009	11.384,52	34.555.494,72	98,79	98,79	116,26	-
2010	11.834,32	36.639.191,06	100,46	100,46	123,53	-
					Total	506.757.441,10

Fonte: Cálculo realizado com base nos cenários propostos.

O diferencial de renda líquida, com a adoção da tecnologia transgênica, no período de 10 anos, será, na pior das hipóteses, de US\$ 80,6 milhões e na hipótese mais otimista, de US\$ 506,7 milhões. Não se está discutindo qual será a divisão da posse dessa renda. Não há elementos suficientemente confiáveis para que se possa projetar a divisão dessa receita entre detentores da patente, agricultores, produtores de sementes, processadores do produto e consumidores.

Deve-se levar ainda em conta que os cálculos estimados são referentes apenas ao valor direto da produção, não considerando os efeitos ao longo do sistema agroindustrial.

Não existe dúvida que projeções podem não se concretizar, dependendo apenas da mudança da tendência das variáveis consideradas. O próprio USDA estimou a produção brasileira de soja para 2005 num total de 31 milhões de toneladas. Sabe-se que a safra 2000/2001 já está fechando com 36,3 milhões de toneladas. Isso não significa que sob o aspecto metodológico a projeção do USDA estivesse mal elaborada. Acontece que algumas variáveis se comportaram de maneira muito diferente da suposição anteriormente feita.

5. Cobrança de Taxa Tecnológica

No caso dos cenários apresentados, percebe-se que a decisão de como cobrar essa taxa envolve uma quantidade muito grande de variáveis. A cobrança em relação à diferença de custo de

produção, baseado no diferencial de preço de herbicida e de semente pode ser uma alternativa. No entanto, essa diferença pode desaparecer em apenas um ano de utilização devido à reação dos produtos concorrentes, ou ainda, o custo da soja tradicional poderia se tornar bem menor que da transgênica. Essa hipótese, contudo, não será considerada.

A forma que parece mais lógica de cobrança de uma taxa tecnológica deveria ser de um valor para cada hectare licenciado para produção de soja transgênica. Na Tabela 15, estão os valores simulados, caso haja cobrança fixa por hectare semeado, utilizando-se o cenário mais provável. Esses valores representam 3,8%, 5,7% e 7,7% do custo médio de produção de soja no Brasil, respectivamente. Utilizou-se um custo de US\$ 6.00/saca e uma produtividade média de 2.600 kg/ha.

Considera-se, também, a cobrança da taxa tecnológica levando em conta a diferença do pacote herbicida+semente, em duas situações alternativas.

No caso de se levar em conta a diferença do custo herbicida + semente trabalha-se com duas hipóteses:

a) essa hipótese consiste na cobrança da taxa tecnológica, retirando-se qualquer diferença de custo das duas tecnologias e apropriando essa diferença em forma de taxa tecnológica. Isso significa que não haverá diferencial de custo de produção entre as tecnologias, para o agricultor. Todo o

Tabela 15. Simulação dos valores de cobrança de taxa tecnológica por hectare semeado com soja transgênica. Valores em US\$1.000. (cenário 2).

Ano	Simulação de taxa tecnológica US\$10.00/ha	Simulação de taxa tecnológica US\$15.00/ha	Simulação de taxa tecnológica US\$20.00/ha
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	6.945,84	10.418,77	13.891,69
2003	14.334,23	21.501,34	28.668,45
2004	28.818,43	43.227,65	57.636,87
2005	35.920,07	53.880,10	71.840,14
2006	43.668,37	65.502,56	87.336,74
2007	51.645,70	77.468,55	103.291,39
2008	60.093,02	90.139,54	120.186,05
2009	68.823,85	103.235,78	137.647,71
2010	77.992,87	116.989,31	155.985,74
Total	388.242,39	582.363,59	776.484,79

Fonte: Cálculo de acordo com projeções.

diferencial será apropriado como taxa tecnológica pelo detentor da patente. Na Tabela 16 estão os dados estimados levando em conta essa hipótese. O custo dos herbicidas foi considerado pela média de levantamentos realizados em 2000, pela Embrapa Soja. Nessa hipótese, considera-se uma maior concorrência de mercado até haver equivalência no custo dos herbicidas+sementes.

b) nessa hipótese (Tabela 17), considera-se que há apropriação de determinada quantia da diferença entre o custo do pacote semente+herbicida, no entanto, não da diferença total. Neste caso, projeta-se uma receita, a título de taxa tecnológica, bem maior que na hipótese anterior. Isso porque existirá, por mais tempo, vantagem econômica no uso da tecnologia e maior apropriação de renda por parte dos agricultores.

Não há nenhuma dúvida que essas projeções só têm validade caso as suposições se concretizem. As variáveis são muitas e o trabalho em questão serve unicamente para fornecer algum subsídio na discussão de uma metodologia para se cobrar taxa tecnológica.

Tabela 16. Cobrança de Taxa Tecnológica com base na diferença de custo entre sementes + herbicidas, com apropriação total da diferença.

Ano	TRADICIONAL		TRANSGÊNICO				
	US\$/ha semente	US\$/ha Total sem.+herb.	US\$/ha semente	US\$/ha Total sem.+herb.	US\$/ha T.T. mil US\$	MONSANTO T.T. Total mil US\$	EMBRAPA Royalts
2000	12,50	51,00	-	-	-	-	-
2001	12,50	51,00	-	-	-	-	-
2002	12,50	47,15	31,74	47,15	19,24	13.363,80	1.433,00
2003	12,50	41,38	25,97	41,38	13,47	19.301,04	2.419,62
2004	12,50	35,60	20,19	35,60	7,69	22.161,38	3.775,21
2005	12,50	31,75	16,34	31,75	3,84	13.793,31	3.814,71
2006	12,50	27,91	12,50	27,91	-	-	3.548,06
2007	12,50	27,91	12,50	27,91	-	-	4.196,21
2008	12,50	27,91	12,50	27,91	-	-	4.882,56
2009	12,50	27,91	12,50	27,91	-	-	5.591,94
2010	12,50	27,91	12,50	27,91	-	-	6.336,92
Total						68.619,52	35.998,23

Fonte: Cálculos realizados de acordo com as suposições descritas.

Tabela 17. Cobrança de Taxa Tecnológica com base na diferença de custo entre sementes mais herbicidas, sem apropriação da diferença total.

Ano	TRADICIONAL		TRANSGÊNICO		mil US\$		
	US\$/ha semente	US\$/ha Total sem.+herb.	US\$/ha semente	US\$/ha Total sem.+herb.	US\$/ha T.T.	MONSANTO T.T.Total	EMBRAPA Royalts
2000	12,50	54,00	-	-	-	-	-
2001	12,50	54,00	-	-	-	-	-
2002	12,50	54,00	25,00	40,41	12,50	8.682,30	1.128,70
2003	12,50	49,85	25,00	40,41	12,50	17.917,78	2.329,31
2004	12,50	45,70	25,00	40,41	12,50	36.023,04	4.683,00
2005	12,50	41,55	22,00	37,41	9,50	34.124,07	5.136,57
2006	12,50	37,40	21,00	34,87	8,50	37.118,11	5.960,73
2007	12,50	33,25	20,00	33,10	7,50	38.734,27	6.713,94
2008	12,50	33,25	18,00	30,00	5,50	33.051,16	7.030,88
2009	12,50	33,25	16,00	28,00	3,50	24.088,35	8.052,39
2010	12,50	33,25	14,00	26,00	1,50	11.698,93	9.125,17
						241.438,03	50.160,69

Fonte: Cálculos realizados de acordo com as suposições descritas.

Tabela 18. Estimativa da demanda brasileira de soja grão até 2010, levando-se em conta dois cenários: a permanência do subsídio americano e sua eliminação a partir de 2002.

Ano	Taxa de crescimento populacional	Elasticidade-renda da demanda	Taxa de crescimento da renda per capita	Demanda D=p+ng	Demanda D=p+ng+exp com subsídio americano	Demanda D=p+ng+exp sem subsídio americano	Taxa de crescimento exportação com subsídio	Taxa de crescimento exportação sem subsídio
2000	1,30%	0,50	3,00%	32.344.600,00	32.344.600,00	32.344.600,00	1,5%	3,0%
2001	1,10%	0,50	2,00%	36.100.000,00	6.100.000,00	6.100.000,00	1,5%	3,0%
2002	1,09%	0,45	3,27%	37.024.701,50	37.399.600,00	37.941.100,00	1,8%	3,0%
2003	1,09%	0,45	-1,22%	37.225.005,14	39.030.783,55	40.051.194,28	1,5%	3,5%
2004	1,09%	0,45	-2,38%	37.232.077,89	39.827.401,85	41.669.663,04	1,5%	3,5%
2005	1,08%	0,44	1,00%	37.798.005,47	40.432.380,08	43.136.018,48	1,8%	3,5%
2006	1,08%	0,44	1,05%	38.380.850,71	41.774.735,10	45.301.446,61	1,9%	3,8%
2007	1,07%	0,42	2,23%	39.151.000,86	43.212.621,48	47.721.449,88	2,0%	3,8%
2008	1,06%	0,41	2,23%	39.923.959,07	44.943.978,37	50.492.443,59	2,0%	4,0%
2009	1,06%	0,40	3,00%	40.826.240,55	46.730.186,91	53.509.013,65	2,0%	4,0%
2010	1,06%	0,40	3,00%	41.748.913,59	48.720.892,87	56.858.677,91	2,0%	4,0%

Fonte: Calculado de acordo com as suposições.

ANEXOS
CUSTO DE PRODUÇÃO POR HECTARE

Cultura: Soja – BR - DESCRIÇÃO	Prática de semeadura: direta ESPECIFICAÇÃO de uso	Produtiv. 2.600,00 kg/ha Coef.	UNID. UNIT.	Data: maio/2001		Valor	%
				VALOR	QUANT.		
				UTIL.	Total		
CORREÇÃO DO SOLO							
Calcário ¹	calcário dolomítico	1,00	t	31,03	0,750	23,27	3,79%
Distribuição do calcário	Realizada pela firma vendedora	1,00	hm	5,60		5,60	0,91%
Dessecação-Herbicida 1	U46 D-Fluid 2,4 D	1,00	l/kg	8,96	0,50	4,48	0,73%
Dessecação-Herbicida 2	Round up	1,00	l/kg	9,80	1,65	16,17	2,63%
Aplicação herbicida	p.Barras18mMontana2000	0,30	h/m	20,79		12,48	2,03%
PLANTIO							
Sementes – 1	Sementes cultivar recomendada	1,00	kg	0,60	65,00	39,00	6,35%
Tratamento de Sementes							
Fungicida 1 -	Derosal	1,00	l	34,31	0,04	1,24	0,20%
Fungicida 2 -	Rhodiuram	1,00	l	15,20	0,08	1,28	0,21%
Mão-de-Obra trat. Sem.	0,20	dh	8,64		1,73	0,28%	
Inoculação	Inoculante – Nitragin	1,00	kg	15,80	0,18	2,84	0,46%
Adubação							
Adubo 1 -	Fórmula 00-25-25	0,80	kg	0,42	250,00	84,00	13,68%
Adubo complementar	Fórmula 00-23-23 com micronutrientes	0,20	kg	0,46	206,00	18,95	3,09%
Semeadura/adubação mec.	sem.ad.PD-SPD						
	F/A2200/15linhas/Baldan	0,70	hm	27,58	19,31	3,15%	
Transporte interno	Carreta carga 4.000 kg	0,4	hm	18,83		7,53	1,23%
Herbicida – POS							
Herbicida 1	Classic (folha larga)	1,00	l/kg	516,20	0,06	30,97	5,05%
Herbicida 2	Select (folha estreita)	1,00	kg	110,43	0,40	44,17	7,20%
Herbicida 3	Pivot (folha larga)	1,00	l/kg	60,27	0,80	48,22	7,85%
Aplicação herbicida -	pulv.Barra12mMontanaSL/600l	0,60	hm	20,76		24,92	4,06%
Inseticida							
Inseticida 1	Dimilin + Baculovirus	1,00	l/kg	106,80	0,03	6,20	1,01%
Inseticida 2	Monocrotofós	1,00	l/kg	16,00	0,50	8,00	1,30%
Aplicação de inseticida	pulv.Barra12mMontanaSL/600l	0,40	h/m	20,76		16,61	2,71%
Fungicida							
Fungicida 1	Derosal (Fung.parte aérea)	1,00	l/kg	34,00	0,50	17,00	2,77%
Aplicação fungicida -	pulv.Barra12mMontanaSL/600l	0,30	hm	20,76		6,23	1,01%
COLHEITA							
Colheita mecânica	New Holland TC 57+mo	1,00	hm	50,38		50,38	8,21%
Transporte externo	Transporte ext = R\$ 0,25 por60 kg	1,00	hm	10,83		10,83	1,76%
IMPOSTOS							
CESSR	2,2% sobre o valor da produção	1,00	%	780,00		17,16	2,80%
ITR	1% do valor venal da terra nua	1,00	%	2.400,00		2,40	0,39%
OUTROS CUSTOS							
Assistência Técnica (2%)	2% sobre o valor do orçamento	1,00		520,97	0,02	10,42	1,70%
COESP	4% do custo operacional previsto	0,30	%	380,55	0,04	4,57	0,74%
JUROS PRINCIPAL	8,75% sobre o valor do custo	1,00	%	380,55		19,79	3,22%
Fundo de Capital	1% sobre o valor da venda	1,00	%	810,00	0,01	8,10	1,32%
Outros Custos						50,00	8,15%
						TOTALR\$ 613,84	100,00%
						Custo por 60kgR\$ 14,17	
						Custo por 60kg\$6,05	

ANEXOS
CUSTO DE PRODUÇÃO POR HECTARE

Cultura: Soja Transgênica- BR -		Prática de semeadura: direta (Soja Transgênica)				Produtiv. 2.600 kg/ha	Data: maio/2001	
DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Coef. de uso	UNID.	VALOR UNIT.	QUANT. UTIL.	Valor Total	%	
CORRECÃO DO SOLO								
Calcário ¹	calcário dolomítico	1,00	t	31,03	0,750	23,27	4,57%	
Distribuição do calcário mec.	Realizada pela firma	1,00	hm	5,60		5,60	1,10%	
Dessecação-Herbicida 1		1,00						
Dessecação-Herbicida 2		1,00						
Aplicação herbicida	Barras18mMontana2000L	0,30	h/m	20,79		12,48	2,45%	
PLANTIO								
Sementes – 1	Semente TRANSGÊNICA	1,00	kg	0,75	65,00	48,75	9,58%	
Tratamento de Sementes								
Fungicida 1 -	Derosal	1,00	l	34,31	0,04	1,24	0,24%	
Fungicida 2 -	Rhodiuram	1,00	l	15,20	0,08	1,28	0,25%	
Mão-de-Obra trat. Sementes		0,20	dh	8,64		1,73	0,34%	
Inoculação	Inoculante – Nitragin	1,00	kg	15,80	0,18	2,84	0,56%	
Adubação								
Adubo 1 -	Fórmula 00-25-25	0,80	kg	0,42	250,00	84,00	16,50%	
Adubo complementar	Fórmula 00-23-23+micro.	0,20	kg	0,46	206,00	18,95	3,72%	
Semeadura/adubação mec.	sem.ad.PD-SPD F/A2200	0,70	hm	27,58		19,31	3,79%	
Transporte interno	Carreta 4.000 kg	0,4	hm	18,83		7,53	1,48%	
Herbicida – POS								
Herbicida 1	Roundup(2 aplicações)	1,00	l/kg	9,80	3,00	29,40	5,78%	
Herbicida 2		1,00	kg				0,00%	
Herbicida 3		1,00	l/kg				0,00%	
Aplicação herbicida – máquina	pulv.Barra12mMontana	0,60	hm	20,76		24,92	4,90%	
Inseticida								
Inseticida 1	Dimilin + Baculovirus	1,00	l/kg	106,80	0,03	6,20	1,22%	
Inseticida 2	Monocrotofós (percev.)	1,00	l/kg	16,00	0,50	8,00	1,57%	
Aplicação de inseticida mec.	pulv.Barra12mMontanal	0,40	h/m	20,76		16,61	3,26%	
Fungicida								
Fungicida 1	Derosal	1,00	l/kg	34,00	0,50	17,00	3,34%	
Aplicação fungicida – máquina	pulv. Barra12mMontana	0,30	hm	20,76		6,23	1,22%	
COLHEITA								
Colheita mecânica	New Holland TC 57+mo	1,00	hm	50,38		50,38	9,90%	
Transporte externo	Transp. ext=R\$0,25 /60 kg	1,00	hm	10,83		10,83	2,13%	
IMPOSTOS								
CESSR	2,2% sobre produção	1,00	%	780,00		17,16	3,37%	
ITR	0,1% do valor da terra	1,00	%	2.400,00		2,40	0,47%	
OUTROS CUSTOS								
Assistência Técnica (2%)	2% sobre o custo	1,00		520,97	0,02	10,42	2,05%	
COESP	4% do custo operacional	0,30	%	380,55	0,04	4,57	0,90%	
JUROS PRINCIPAL	8,75% do custo	1,00	%	380,55		19,79	3,89%	
Fundo de Capital	1% sobre o valor venda	1,00	%	810,00	0,01	8,10	1,59%	
Outros Custos					50,00		9,82%	
				TOTAL/ha	R\$ 508,98		100,00%	
				Custo por saca de 60kgR\$ 11,75				
				Custo por saca de 60kg\$5,02				

Fonte: Embrapa Soja

ANEXOS

RENDA "PER CAPITA" US\$/HABITANTE

Ano	Brasil	Argentina	Estados Unidos	China	Índia
2000	3.538,76	7.593,00	30.810,00	799,00	472,00
2001	3.708,97	7.706,00	31.642,00	839,00	496,00
2002	3.889,23	7.898,00	32.180,00	885,00	522,00
2003	4.050,63	8.119,00	32.855,00	938,00	554,00
2004	4.237,77	8.362,00	33.545,00	994,00	587,00
2005	4.456,44	8.697,00	34.249,00	1.059,00	625,00
2006	4.704,22	9.045,00	34.967,00	1.133,00	666,00
2007	4.986,47	9.452,00	35.701,00	1220,00	709,00
2008	5.275,69	9.887,00	36.415,00	1.315,00	752,00
2009	5.597,51	10.282,00	37.143,00	1.418,00	797,00
2010	5.938,95	10.694,00	37.886,00	1.531,00	845,00

Fonte: FGV/Banco Mundial/USDA - 2001-2010 Projeção macrométrica. Taxas de crescimento da renda: Brasil – período 2000 –2010 – 7,586%.

BIBLIOGRAFIA

- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento- Indicadores da Agropecuária. Ano X-nº 03-março de 2001.
- JAMES, C. Global status and distribution of commercial transgenic crops in 1997. **Monitor-Biotechnology and Development**. nº 35 jun/98.
- MACROMÉTRICA. Análise e perspectivas da economia brasileira. Três cenários para a economia brasileira. Março/2001 nº 181.
- SULLIVAN, J.; WAINO, J. & RONINGEN, V. A Database for Trade Liberalization Studies. Agriculture and Trade Analysis Division. ERS Report nº AGESS89-12. 152p.
- USDA. Oilseeds: World Markets and Trade. Circular Series FOP 03-01. Mar-2001.
- YOSHIHIKO, S.; TEIXEIRA FILHO, A.R.; VIEIRA, R.C.M.T. & OLIVEIRA, A.J. Projeção da Demanda Regional de Grãos no Brasil. 1995-2005. Brasília: Embrapa SPI/Embrapa SEA, 1998. 39p. Texto para Discussão.
- EMBRAPA SOJA – LONDRINA –PR- JUNHO - 2001