

## A SOJA NO BRASIL: MODELOS DE PRODUÇÃO, CUSTOS, LUCROS, EXTERNALIDADES, SUSTENTABILIDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS.

Enrique Ortega  
Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada – LEIA  
FEA, Unicamp, C.P. 6121, CEP 13083-862 Campinas, SP, Brasil  
E-mail: [ortega@fea.unicamp.br](mailto:ortega@fea.unicamp.br)

### Resumo ampliado

Foi realizada uma análise multi-variada para comparar os benefícios e os custos das principais modalidades de produção de soja no Brasil:

- (a) “Sistema familiar ecológico tradicional” existente no Rio Grande do Sul e Paraná;
- (b) “Empresa moderna de produção orgânica” em Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul;
- (c) “Sistema agro-químico (intensivo no uso de maquinaria agrícola e insumos industriais)”;
- (d) “Sistema de plantio direto com uso de herbicida”.

Foi feita uma tabela com as quantias dos insumos com seus preços e fluxos monetários. Depois, essas informações foram complementadas com as estimativas dos valores monetários das externalidades agrícolas (Pretty, 2000 e 2002) e com os valores das contribuições da natureza em termos energéticos para preparar uma tabela de análise ecológica (Odum, 1966).

**Tabela 1. Insumos e serviços dos sistemas de produção de soja.**

	unidades	sistema ecológico	sistema orgânico	sis.agro-químico	sis. c/ herbicida	US\$ por unidade
<b>Materiais</b>						
Sementes locais	kg/ha/ano	10	10	0	0	0,300
Sementes certificadas	kg/ha/ano	70	70	70	85	0,360
Calcário	kg/ha/ano	0	0	1000	1000	0,025
Fertilizante (0-20P-20K)	kg/ha/ano	0	0	150	250	0,300
Sulfato de potássio	kg/ha/ano	50	50	150	100	0,200
Adubo (20% umidade)	kg/ha/ano	2660	2660	0	0	0,025
Inoculo	kg/ha/ano	1	1	1,7	1,7	0,200
Herbicidas	kg/ha/ano	0	0	4,3	5,3	16,000
Inseticidas	kg/ha/ano	0	0	1,8	1,8	12,910
Formicidas	kg/ha/ano	0	0	1	1	10,550
Fungicidas	kg/ha/ano	0	0	0,2	0,2	14,880
Pesticidas biológicos	kg/ha/ano	2	4	0	0	0,010
Combustíveis de petróleo	kg/ha/ano	30	40	80	40	0,438
Aço (depreciação)	kg/ha/ano	1	2,7	2,7	2,7	0,563
<b>Serviços</b>						
Trabalho braçal pesado	Horas/ha/ano	145	100	3,2	0,5	0,401
Trabalho de operador de máquinas	Horas/ha/ano	2	3,2	71,9	40	0,726
Trabalho administrativo	US\$/ha/ano	4	4,3	4,3	4,3	1
Assistência técnica	US\$/ha/ano	10	10	2	2,9	1
Contabilidade	US\$/ha/ano	0,8	0,8	0,8	0,8	1
Custos de viagens	US\$/ha/ano	0,4	0,4	0,4	0,4	1
Impostos governamentais	US\$/ha/ano	9,5	9,5	13,6	13,6	1
Custo de capital circulante	US\$/ha/ano	2,95	2,95	2,95	2,95	1
Custos de seguros	US\$/ha/ano	1	1	0,6	1	1
Transporte para armazenar	US\$/ha/ano	6,8	6,8	6,8	6,8	1
Secagem-armazenamento	US\$/ha/ano	14,3	14,3	14,3	14,3	1
Previdência social	US\$/ha/ano	12,8	12,8	13,6	13,6	1
Arrendamento de terra	US\$/ha/ano	0	0	0	0	1

Fontes: Insumos químicos: FNP, 1999. Orgânico: Agrorgânica, 2000 e FNP, 1999.

Valores calculados pelos autores (peso de tratores e área de uso).

Os dados levantados mostram que os sistemas intensivos no uso de energia fóssil (agroquímico, herbicida-plantio direto) consomem muito mais combustível e possuem valores maiores de depreciação de equipamento. No caso do agroquímico que deixa o solo exposto (sem cobertura vegetal) a erosão é maior.

**Tabela 2. Custos monetários dos sistemas de produção de soja, em US\$/ha/ano.**

	sistema ecológico	sistema orgânico	sis.agro-químico	sis. c/ herbicida
Materiais	118,62	123,98	267,67	291,55
Serviços	122,15	105,27	112,83	89,89
<b>Custo econômico simples</b>	<b>240,77</b>	<b>229,25</b>	<b>380,50</b>	<b>381,44</b>

A análise econômica simples revela um fato importantíssimo: o custo de produção das opções biológicas é menor que o custo das opções químicas. Se o objetivo é reduzir custos, a agricultura ecológica e a agricultura orgânica são as melhores alternativas.

Na produção da soja existem despesas que não são cobradas ao produtor, mesmo sendo ele o responsável por elas. São serviços adicionais transferidos à sociedade.

**Tabela 3. Custo estimado das externalidades em US\$/ha/ano (Pretty, 2000 e 2002).**

Externalidades	sistema ecológico	sistema orgânico	sis.agro-químico	sis. c/ herbicida
Desemprego (mecanização e uso de herbicidas)	0	20	40	40
Tratamento médico (intoxicados)	0	0	50	50
Tratamento de efluentes (poluição)	0	0	50	50
Recuperação do ambiente destruído	0	20	20	20
Perda de serviços ambientais	0	20	20	20
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

**Tabela 4. Indicadores sócio-econômicos sem considerar externalidades.**

Indicador	sistema ecológico 30 ha	sistema orgânico 300 ha	sis. agro-químico 300 ha	sis. c/ herbicida 3000 ha
Produtividade (kg/ano/ha plantada)	2240	2240	2400	2400
Área usada / área da fazenda	0,8	0,80	1,00	1,00
Produção (kg soja/ano/ha fazenda)	1792	1792	2400	2400
Preço (dólares/kg)	0,235	0,186	0,162	0,162
<b>Vendas (dólares/ ha/ano)</b>	<b>421,48</b>	<b>333,67</b>	<b>388,08</b>	<b>388,08</b>
Custo total (dólares/ha/ano)	240,77	229,25	380,50	381,44
<b>Renda líquida ou lucro (dólares/ha/ano)</b>	<b>180,71</b>	<b>104,42</b>	<b>7,58</b>	<b>6,64</b>
Retorno (vendas/custo)	1,75	1,46	1,02	1,02
Rentabilidade (lucro/custo)	75,1%	45,5%	2,0%	1,7%
<b>Lucro/fazenda (dólares/fazenda/ano)</b>	<b>5421</b>	<b>31325</b>	<b>2274</b>	<b>19923</b>
Lucro mensal (US\$/fazenda)	452	2610	189	1660
Lucro mensal (R\$/fazenda)	1328	7675	557	4881
Trabalho (horas/ha/ano)	147	103	75	41
Trabalhadores braçais (US\$)	66,00	48,82	60,28	36,04
Trabalhadores qualificados (US\$)	21,20	21,50	13,90	14,80
Total de trabalho humano (US\$)	87,20	70,32	74,18	50,84
Produção de soja/trabalhador braçal (kg/US\$)	20,55	25,48	32,35	47,21
Produção/Insumos	15,11	14,45	8,97	8,23

Para avaliar o impacto em termos nacionais, os dados de insumos e serviços por hectare foram multiplicados pela área total plantada com soja no Brasil (13.6 milhões em 2000) e se observou que os sistemas químicos gastam o dobro dos sistemas biológicos. O plantio direto com sementes resistentes a herbicidas, reduz o saldo do balanço de importação-exportação do país.

Nas fazendas ecológicas, a força de trabalho braçal (familiar) corresponde a 79% dos serviços. As empresas orgânicas não geram tanto trabalho braçal. Na agricultura convencional (agroquímica e herbicida) as despesas são principalmente do trabalho administrativo, nelas a destruição de ervas daninhas é feita quimicamente. Na agricultura ecológica e na orgânica as despesas com assistência técnica são importantes (14-18%), empregam a engenheiros e técnicos agrícolas.

Surpreendentemente o retorno econômico da agricultura ecológica (1,75) e da orgânica (1,46) é muito maior que o obtido nas opções químicas (1,02) devido ao fato dos insumos químicos serem caros e os produtos ecológicos e orgânicos alcançarem preços melhores no mercado. Porém o lucro por fazenda é menor para a ecológica devido às outras opções terem propriedades de maior tamanho.

Para analisar a qualidade de cada empreendimento devemos prestar atenção aos índices de produtividade unitária (kg/ha/ano), emprego (trabalhador/ha/ano) e eficiência (kg soja/kg insumos) e desconsiderar o índice produção/operário (kg soja/trabalhador), pois induz a decisões equivocadas. Se as opções biológicas fossem adotadas, parte da população urbana poderia retornar para o campo!

### Inclusão das externalidades

**Tabela 5. Cálculo do lucro incluindo os valores econômicos das externalidades.**

<b>Valores expressos em US\$/ha/ano</b>	sistema ecológico	sistema orgânico	sis. agro-químico	sis. c/ herbicida
Insumos materiais	118,62	123,98	267,67	291,55
Serviços	122,15	105,27	112,83	89,89
Serviços adicionais (Externalidades)	0	60	180	180
<b>Custo total sistêmico</b>	<b>240,77</b>	<b>289,25</b>	<b>560,50</b>	<b>561,44</b>
Vendas	421,48	333,67	388,08	388,08
<b>Lucro unitário</b>	<b>180,71</b>	<b>44,42</b>	<b>-172,42</b>	<b>-173,36</b>

Se as conclusões da análise econômica simples já eram favoráveis às opções biológicas ao levar em conta as externalidades os resultados são dramáticos pois a margem de lucro muda e até desaparece! **Usando a análise econômica sistêmica o efeito de escala se inverte!** As opções químicas mostram-se deficitárias pois seu preço de venda não compensa as despesas reais (que incluem os serviços adicionais).

O preço do mercado internacional não corresponde ao preço verdadeiro de um produto. A história recente mostra um declínio dos preços das matérias primas e também o aparecimento do subsídio monetário direto no caso dos produtores norte-americanos. O preço da soja é realmente muito baixo porque não inclui as externalidades que gera! O preço justo da soja deveria incluir as despesas de gerar emprego para os trabalhadores expelidos do meio rural, de tratamento de efluentes contaminados, de tratamentos médicos, invalidez e morte de trabalhadores, o custo de recompor a cobertura vegetal e a biodiversidade, as despesas para compensar os serviços ambientais perdidos, etc. Quando incluimos estes custos o custo e o preço de venda da soja ecológica podem ser considerados como referências para o comércio justo.

A soja que não paga multas nem taxas sócio-ambientais torna-se excessivamente barata e destrói os sistemas agrícolas tradicionais dos países importadores na Europa, Ásia e América que não conseguem produzir oleaginosas de forma competitiva. Essa soja de baixo preço muda os hábitos de consumo alimentar, pois subsidia a produção de leite, carne e ovos (base da dieta ocidental atual). Por outro lado, os nutrientes exportados não podem ser reciclados e geram um sério problema ambiental: a eutrofização das águas do subsolo, cujos custos de tratamento aumentam exponencialmente.

### Considerações tecnológicas e dependência política

O sistema de herbicida depende do exterior, principalmente de sementes, particularmente no caso dos transgênicos. Isto conduz a uma perda de autonomia dos produtores e do país em relação à tecnologia e preços. Os trabalhadores rurais, os pequenos e os médios fazendeiros terão dificuldades para se manter no mercado, diminuirá a renda e suas propriedades agrícolas serão compradas e controladas por latifundiários que operarão com grandes lucros. Embora estes grandes produtores tenham baixa produtividade por hectare, o tamanho de suas propriedades lhes assegura altas rendas.

## Considerações relativas ao meio ambiente

De acordo com a lei brasileira, uma parte da área de toda unidade agrícola deve ser destinada a reserva florestal (na Amazônia: 80%; no Cerrado 35%; nas outras 20%). Geralmente os fazendeiros que adotam a opção química e a de herbicida não obedecem à legislação, já os produtores ecológicos que precisam dos benefícios da floresta (lenha, madeira, água, frutas, mel, polinização) a preservam.

**Tabela 6. Cálculos emergéticos considerando as externalidades como serviços adicionais**

	Transformidade	Ecológico	Orgânico	Químico	Herbicida
Energia incluindo externalidades	<b>Y'</b>	3,54E+15	2,43E+15	6,47E+15	4,71E+15
Energia dos produtos	<b>Ep</b>	7,51E+10	4,42E+10	4,34E+10	4,34E+10
Transformidade do sistema	<b>TRS'</b>	47171	54934	149107	108547
Razão de rendimento emergético	<b>EYR'</b>	6,82	2,81	2,14	1,44
Razão de investimento emergético	<b>EIR'</b>	0,17	0,55	0,88	2,25
Renovabilidade	<b>%R'</b>	85,3%	64,4%	22,4%	30,7%
Razão de intercâmbio emergético	<b>EER'</b>	2,14	1,47	3,64	2,65

Na tabela 6 podem ser observados os indicadores ecológicos, todos eles apontam que as opções biológicas são as melhores em termos de eficiência ecossistêmica ( $1/TRS$ ), rendimento emergético líquido, Taxa de investimento do setor econômico, intercâmbio de energia com o sistema consumidor.

O indicador de renovabilidade ( $\%R$ ) se define como a proporção de recursos renováveis que foi empregada na produção do recurso. É um indicador da sustentabilidade ecológica do sistema. A sustentabilidade das opções químicas (25-36%) é menor que a das opções biológicas (64%-85%).

Os resultados mostram que os pequenos produtores ecológicos e as empresas orgânicas têm a maior rentabilidade e renovabilidade por unidade de área, geram emprego, convivem com o ambiente sem destruí-lo, não dependem de insumos industriais, seus produtos tem maior qualidade e contam com uma demanda de consumidores esclarecidos que optam por produtos orgânicos e preço justo.

Os sistemas ecológicos tradicionais usam mais trabalho humano por hectare, que provem da família, dos vizinhos e de trabalhadores temporários, então, em um momento de grande necessidade de empregos a melhor opção é a pequena propriedade familiar ecológica. Uma segunda opção seria a empresa orgânica moderna que se apresenta como uma alternativa de produção altamente lucrativa, porém não gera tanto emprego.

A pesquisa nos leva fazer as seguintes sugestões:

- (a) Examinar com muito cuidado as opções de produção com uso de herbicida, pois elas aumentam o êxodo rural, a concentração de renda; o impacto ambiental, a dependência tecnológica e política, assim como o balanço de pagamentos do país;
- (b) Apoiar o movimento de agricultura ecológica familiar devido as seus amplos benefícios sócio-ambientais;
- (c) Discutir a política de preços considerando os custos das externalidades e subsídios;
- (d) Incentivar os agricultores que reciclam materiais e preservam a natureza;
- (e) Taxar produtores que danificam o meio-ambiente e não geram postos de trabalho;
- (f) Estimular a produção ecológica visto devido a sua independência de insumos externos e de tecnologia de empresas multinacionais;
- (g) Estudar a produção de soja nas áreas de expansão (o Cerrado e na Amazônia) considerando suas características específicas;
- (h) Estudar a cadeia completa da soja utilizando o método de Análise de Ciclo de Vida;
- (i) Discutir o efeito da adoção de preços justos no mercado internacional, em termos de impacto sócio-ambiental e compromissos com a Agenda 21.

## Referências Bibliográficas

- H. T. Odum. **Environmental Accounting: Emergy and environmental decision making.** John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 1996.
- E. Ortega, M. H. Anami, G. Diniz. **Certification of food products using Emergy Analysis.** In Ulgiati, Brown, Giampietro, Mayumi & Henderson (Editors). Proceedings of III International Workshop "Advances in Energy Studies", Porto Venere, Italy, 24-28 September 2002. URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/artigo-Italia-2002.pdf>
- E. Ortega; M. Miller, M. H. Anami, P. Beskov. **From emergy analysis to public policy: soybean in Brazil.** Proceedings of Second Biennial Emergy Analysis Research Conference: "Energy Quality and Transformities". 2001, Gainesville, Florida.  
URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/soybean-ortega.pdf>  
URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/soja-4sis-230702.xls>
- E. Ortega. **Metodologia emergética, a contabilidade e diagnóstico de sistemas usando os valores dos recursos expressos em energia. Estudo de caso: soja no Brasil em 2002.** . Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada, FEA, Unicamp. 2003.  
URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf> (acesso em 11/08/2010)
- J.N. Pretty, C. Brett, D. Gee, R.E. Hine, C.F. Mason, J.I.L. Morison, H. Raven, M.D. Rayment, G. van der Bijl. **An assessment of the total external costs of UK agriculture,** Agricultural Systems 65 (2000) 113-136. Elsevier Publishing.  
URL: [www.elsevier.com/locate/agsy](http://www.elsevier.com/locate/agsy) (25/08/2003)
- J. N. Pretty, C. Brett, D. Gee, R. Hine, C. Mason, J. Morison, M. Rayment, G. van der Bijl, T. Dobbs. **Policy and practice. Challenges and priorities for internalizing the externalities of modern agriculture.** Journal of Environmental Planning and Management, 44(2), 263–283, 2001. Carfax Publishing.