
Avaliação dos impactos de variedades transgênicas no sistema agroindustrial da soja

Decio Zylbersztajn
Sérgio Giovanetti Lazzarini
Cláudio A. Pinheiro Machado Filho

Muito se tem discutido sobre as oportunidades e os impactos trazidos pelo advento da chamada biotecnologia **de terceira geração**, a qual teve grande impulso a partir da década de 70 objetivando a modificação do padrão genético das espécies para fins econômicos (ver Swann & Gill, 1993)⁽¹⁾.

Basicamente, existem duas linhas de abordagem sobre os benefícios trazidos por tal tecnologia. A primeira linha é a possibilidade de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (*cost saving technologies*), resultando em ganhos de eficiência; a segunda, a possibilidade de dotar as *commodities* de atributos qualitativos do interesse dos consumidores finais ou de etapas intermediárias do processo produtivo (*value added technologies*).

Existem várias experiências de sucesso na aplicação da biotecnologia, em especial nas áreas de saúde e agricultura. Um dos casos mais marcantes é, certamente, o da chamada soja *Roundup Ready* (RR), resultante de pesquisas da multinacional Monsanto, apresentando modificação genética para possibilitar a tolerância ao uso de herbicidas à base de glifosato. Os benefícios almejados com tal tecnologia enquadram-se na linha de aumento de produtividade e redução de custos pelo menor uso de defensivos e pela alocação mais eficiente do maquinário e da mão-de-obra empregados na produção de soja, simplificando e reduzindo os custos de atividades de combate a ervas.

Embora nesse tipo de discussão seja comum observar somente os impactos causados no segmento agrícola e as implicações para a organização da indústria de insumos, pouco se tem analisado sobre os efeitos que a biotecnologia pode acarretar para o sistema agroindustrial como um todo, até os consumidores finais. Esse é justamente o objetivo neste artigo: imprimir uma visão mais **sistêmica** a essa discussão. Além disso, o presente estudo não se limitará ao **gene RR**⁽²⁾ (embora no curto prazo ele seja, sem dúvida, o produto de maior impacto da biotecnologia), abrangendo uma **família** de genes que passam a ser desenvolvidos, enquadrando-se também na linha da modificação de atributos qualitativos.

Dentro do enfoque sistêmico, não podem ser desconsiderados os impactos decorrentes da biotecnologia na sociedade em geral. Algumas pro-

Recebido em setembro/98
2ª versão em dezembro/98

Decio Zylbersztajn, Professor Doutor do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), é Coordenador Geral do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (PENSA) da Fundação Instituto de Administração, instituição conveniada à FEA/USP.
Fax: (11) 814-0439
E-mail: dzilbers@usp.br

Sérgio Giovanetti Lazzarini, Ph.D. *candidate* pela Washington University, Estados Unidos, é Pesquisador do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (PENSA) da Fundação Instituto de Administração, instituição conveniada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
E-mail: lazzarini@mail.olin.wustl.edu

Cláudio A. Pinheiro Machado Filho, Doutorando do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), é Pesquisador do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (PENSA) da Fundação Instituto de Administração, instituição conveniada à FEA/USP.
Fax: (11) 814-0439
E-mail: capfilho@usp.br

jeções indicam que a população mundial cresce a um ritmo de 90 milhões de pessoas por ano. Estima-se que em 2020 a população atingirá 9 bilhões de habitantes, dos quais 7 bilhões estarão nos países em desenvolvimento⁽³⁾. A produção de alimentos, para acompanhar o aumento da demanda, terá de ser equacionada em um contexto de escassez de fatores de produção (solo e água), considerando-se ainda os efeitos que o crescimento de áreas para a agricultura poderá acarretar para o meio ambiente⁽⁴⁾. A biotecnologia surge como importante fator que permite ganhos de produtividade e aumento de oferta de alimentos, ao mesmo tempo em que pode reduzir o ritmo de exploração de novas áreas agricultáveis, gerando externalidades positivas para o meio ambiente e a sociedade como um todo.

Apesar de, na qualidade de uma nova tecnologia, a engenharia genética permitir o desenvolvimento de técnicas de menor impacto ambiental e o menor uso de defensivos com base química, existe grande desinformação com respeito aos impactos da engenharia genética sobre os atributos de qualidade do produto final, para uso humano, o que será aqui debatido.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: primeiramente, é apresentado um breve panorama do sistema agroindustrial (SAG) da soja no Brasil e, em seguida, são discutidos os impactos da biotecnologia nos principais segmentos do SAG. Com base nessa discussão, são analisados os instrumentos de coordenação necessários para a promoção de adaptações ao novo ambiente tecnológico. Por fim, são discutidas três questões polêmicas sobre o assunto, procurando-se apresentar elementos técnicos para o debate. Considerações finais encerram o trabalho.

PANORAMA DO SAG DA SOJA NO BRASIL

Na figura 1 é apresentado o fluxo simplificado do SAG da soja no Brasil, a fim de nortear a discussão presente neste artigo. Os principais segmentos do SAG são representados por **caixas** interligadas por transações sucessivas T_1 , T_2 etc., sendo que a linha pontilhada indica o recorte que será realizado para fins analíticos. Essa representação focaliza a existência de um sistema produtivo formado por agentes independentes interligados por transações que podem ser regidas pelo sistema de preços ou por contratos (Zylbersztajn, 1995). Essa metodologia permite a análise do impacto da mudança tecnológica sobre o sistema produtivo, a partir do estudo das mudanças nas transações entre os agentes.

A seguir são discutidos, brevemente, os principais segmentos do SAG.

- **Indústria de insumos agrícolas** — representando as indústrias de fertilizantes, defensivos, máquinas e outras.

De forma geral, esse segmento é comum aos SAGs de outras *commodities*, uma vez que a mesma indústria produz insumos para diferentes sistemas produtivos. A indústria de sementes sofre forte impacto da biotecnologia e, portanto, por ser específica ao tema deste estudo, será analisada com maior profundidade. Tal indústria relaciona-se diretamente com a produção agrícola (transação T_1).

- **Produção** — representa o segmento agrícola propriamente dito, transacionando **para trás** com a indústria de insumos (T_1) e **para frente** com as indústrias esmagadoras (T_2), as *tradings* (T_3), as cooperativas (T_4) e os outros intermediários (corretores, armazenadores etc.) (T_5).
- **Originadores** — este neologismo tem sido aplicado para descrever *tradings*, cooperativas, corretoras e armazenadores em contato direto com produtores no processo de aquisição, armazenagem e distribuição de matérias-primas. Na maioria dos casos, o estágio de **originação** encontra-se verticalmente integrado ao de esmagamento (T_6). As *tradings* assumem função peculiar nesse grupo, pois atuam coordenando a transferência física de produtos para o mercado internacional. Transacionam com produtores/cooperativas de forma a adquirirem matéria-prima (T_3) e efetuarem vendas para o mercado externo (T_9), podendo atuar também como prestadoras de serviço para as indústrias esmagadoras (T_7) e as cooperativas (T_8) nas suas vendas internacionais (T_9), embora muitas dessas organizações apresentem departamentos internos de *trading*. As corretoras e os armazenadores, por sua vez, atuam mais fortemente como prestadores de serviços a indústrias esmagadoras e até mesmo *tradings* na formação de lotes de matéria-prima para venda, originários do segmento produtivo (via T_3). Existem originadores especializados regionalmente que operam em regiões definidas; são também produtores e conseguem coordenar grandes volumes de produção.
- **Indústria esmagadora, refinadoras e produtores de derivados de óleo** — cada tonelada de soja produz aproximadamente 0,78 tonelada de farelo e 0,19 tonelada de óleo. Parte do farelo é exportada pelas indústrias, seja por meio de *tradings* (T_7), seja diretamente, por meio de departamentos comerciais internos às mesmas. A transação T_{11} é eventual e representa a importação de soja em grãos em regime de *draw back*. O farelo interno remanescente é vendido para a indústria de rações (T_{12}), muitas vezes integrada verticalmente à indústria de carnes e até mesmo, em alguns casos, à indústria processadora de soja. No caso do óleo, o seu processamento a partir da soja segue as seguintes etapas: esmagamento, degomagem e refino. O óleo parcialmente

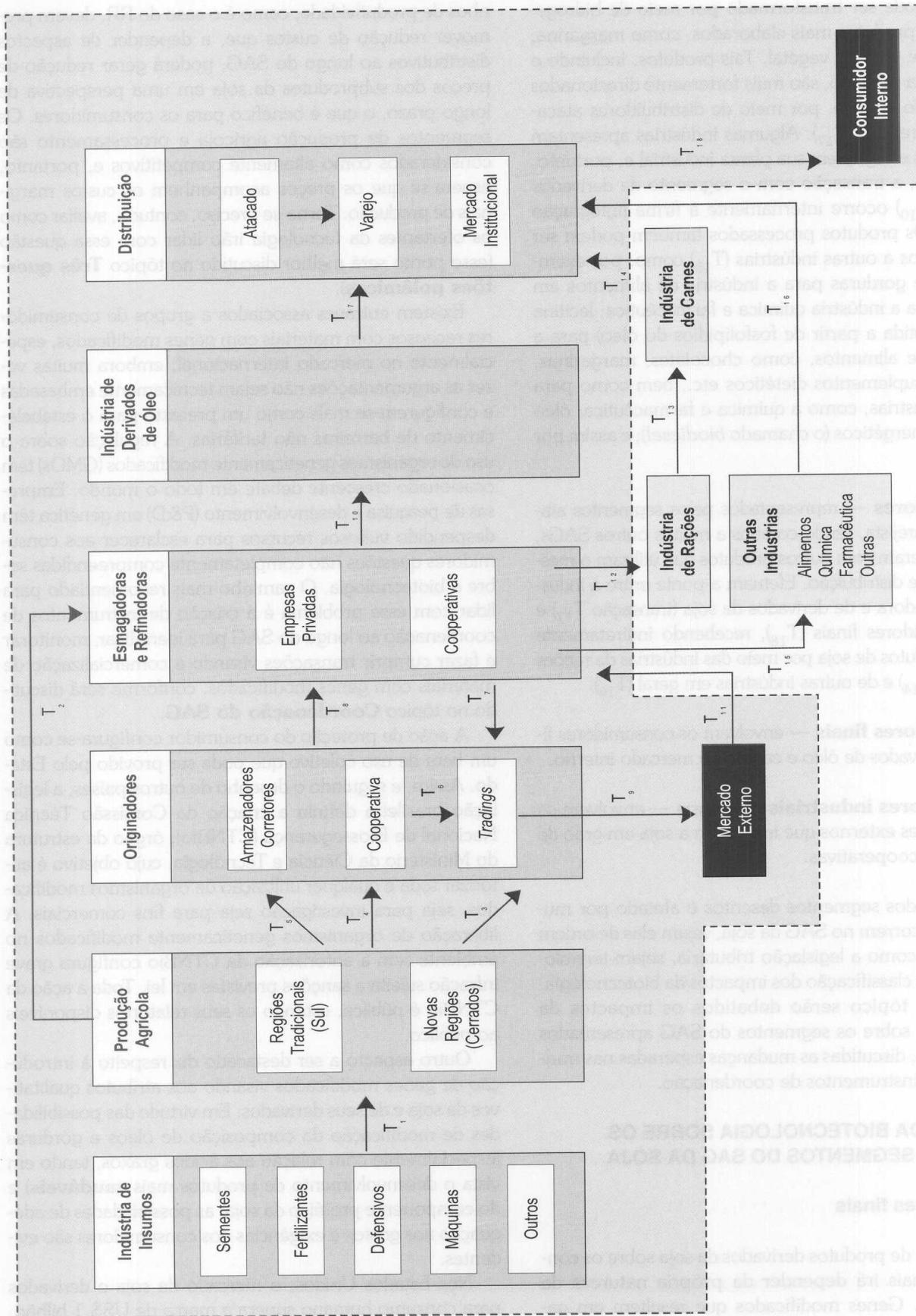


Figura 1: Fluxograma Simplificado do Sistema Agroindustrial (SAG) da Soja no Brasil

Fonte: Lazzarini & Nunes (1998).

refinado pode ser transformado por meio de hidrogenação em produtos mais elaborados, como margarina, maionese e gordura vegetal. Tais produtos, incluindo o óleo de soja refinado, são mais fortemente direcionados ao mercado interno, por meio de distribuidores atacadistas e varejistas (T₁₇). Algumas indústrias apresentam todos esses estágios em sua planta industrial e, portanto, nesse caso, a transação com o segmento de derivados de óleo (T₁₀) ocorre internamente à firma (integração vertical). Os produtos processados também podem ser direcionados a outras indústrias (T₁₅) como, por exemplo, óleo e gorduras para a indústria de alimentos em geral e para a indústria química e farmacêutica; lecitina de soja (obtida a partir de fosfolípidios do óleo) para a indústria de alimentos, como chocolates, margarinas, biscoitos, suplementos dietéticos etc., bem como para outras indústrias, como a química e farmacêutica; óleo para fins energéticos (o chamado *biodiesel*); e assim por diante.

- **Distribuidores** — representados pelos segmentos atacadista e varejista, sendo comuns a muitos outros SAGs, ou seja, operam com outros produtos que utilizam o mesmo canal de distribuição. Efetuam a ponte entre a indústria esmagadora e de derivados de soja (transação T₁₇) e os consumidores finais (T₁₈), recebendo indiretamente outros produtos de soja por meio das indústrias de rações e carnes (T₁₄) e de outras indústrias em geral (T₁₆).
- **Consumidores finais** — envolvem os consumidores finais de derivados de óleo e carnes no mercado interno.
- **Compradores industriais externos** — envolvem os compradores externos que importam a soja em grão de *tradings* e cooperativas.

Cada um dos segmentos descritos é afetado por mudanças que ocorrem no SAG da soja, sejam elas de ordem institucional, como a legislação tributária, sejam tecnológicas, como a classificação dos impactos da biotecnologia. No próximo tópico serão debatidos os impactos da biotecnologia sobre os segmentos do SAG apresentados e, em seguida, discutidas as mudanças esperadas nas transações e nos instrumentos de coordenação.

IMPACTOS DA BIOTECNOLOGIA SOBRE OS PRINCIPAIS SEGMENTOS DO SAG DA SOJA

Consumidores finais

O impacto de produtos derivados da soja sobre os consumidores finais irá depender da própria natureza da biotecnologia. Genes modificados que resultem em ga-

nhos de produtividade, como é o caso do RR, devem promover redução de custos que, a depender de aspectos distributivos ao longo do SAG, poderá gerar redução de preços dos subprodutos da soja em uma perspectiva de longo prazo, o que é benéfico para os consumidores. Os segmentos de produção agrícola e processamento são considerados como altamente competitivos e, portanto, espera-se que os preços acompanhem os custos marginais de produção. Torna-se preciso, contudo, avaliar como os ofertantes da tecnologia irão lidar com essa questão (esse ponto será melhor discutido no tópico **Três questões polêmicas**).

Existem entraves associados a grupos de consumidores receosos com materiais com genes modificados, especialmente no mercado internacional, embora muitas vezes as argumentações não sejam tecnicamente embasadas e configurem-se mais como um pretexto para o estabelecimento de barreiras não tarifárias. A regulação sobre o uso de organismos geneticamente modificados (GMOs) tem ocasionado crescente debate em todo o mundo. Empresas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em genética têm despendido vultosos recursos para esclarecer aos consumidores questões não completamente compreendidas sobre a biotecnologia. O caminho mais recomendado para lidar com esse problema é a criação de instrumentos de coordenação ao longo do SAG para identificar, monitorar e fazer cumprir transações visando à comercialização de materiais com genes modificados, conforme será discutido no tópico **Coordenação do SAG**.

A ação de proteção do consumidor configura-se como um bem de uso coletivo que pode ser provido pelo Estado. Assim, e seguindo o desenho de outros países, a legislação brasileira definiu a criação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), órgão da estrutura do Ministério da Ciência e Tecnologia, cujo objetivo é autorizar toda e qualquer utilização de organismos modificados, seja para investigação seja para fins comerciais. A liberação de organismos geneticamente modificados no ambiente sem a autorização da CTNBio configura grave infração sujeita a sanções previstas em lei. Toda a ação da CTNBio é pública, estando os seus relatórios disponíveis ao público.

Outro aspecto a ser destacado diz respeito à introdução de genes modificados visando aos atributos qualitativos da soja e de seus derivados. Em virtude das possibilidades de modificação da composição de óleos e gorduras (especialmente com relação aos ácidos graxos, tendo em vista o desenvolvimento de produtos mais **saudáveis**) e do componente protéico da soja, as possibilidades de adequação aos gostos e exigências dos consumidores são evidentes.

Nos Estados Unidos, o mercado de soja e derivados para consumo humano supera a marca de US\$ 1 bilhão,

registrando um crescimento de cerca de 45% entre 1990 e 1996, destacando-se os concentrados protéicos, tempero de soja (*shoyu*) e *tofu*⁽⁵⁾. A biotecnologia com enfoque em aspectos qualitativos tem amplo potencial para esses produtos, especialmente para os concentrados protéicos, por envolverem processos industriais bastante sofisticados.

Em síntese, a biotecnologia pode trazer benefícios ao mercado consumidor, tanto no sentido quantitativo, com maior oferta de produtos a partir de ganhos de produtividade e redução de custos ao longo do SAG, quanto no de ganhos qualitativos, pela ampliação da gama de produtos com as características desejadas pelo consumidor final.

Indústria processadora

Pode-se distinguir, grosso modo, duas linhas estratégicas para a indústria de processamento de soja, tanto mundial quanto brasileira: liderança em custos e diferenciação de produtos. Empresas operando mais fortemente com *commodities* e mercados intermediários do SAG passam a adotar a linha de liderança em custos, na qual as variáveis competitivas fundamentais são a busca de economias de escala, a baixa capacidade ociosa, a logística eficiente e a inovação de processos. Empresas atuantes na linha de diferenciação trabalham mais com produtos para o consumo final e suas estratégias são mais focadas em aspectos de *marketing* (segmentação de mercados, promoção e inovação de produtos). Os impactos da biotecnologia podem ser avaliados a partir dessa distinção⁽⁶⁾.

No caso de empresas atuando com *commodities*, os benefícios da biotecnologia devem vir mais fortemente do aumento de produtividade e da redução de custos na atividade agrícola. Isso porque a indústria brasileira se caracteriza por forte capacidade ociosa (estimada em aproximadamente 33%). Assim, qualquer tecnologia que possibilite aumento da oferta de matéria-prima, em virtude de ganhos de produtividade (como o gene RR), é benéfica. Além disso, a aprovação no Brasil do uso da soja RR, que deve abrir espaço para outros materiais já aprovados em outros países (como o milho e o algodão Bt na Argentina⁽⁷⁾), é um fato que deve ampliar as possibilidades de aquisição de matéria-prima pela indústria nos mercados internacionais.

Empresas atuando na linha de diferenciação devem, também, beneficiar-se com a maior oferta de matéria-prima, mas os principais impactos devem advir da ampliação das possibilidades de diferenciar os subprodutos da soja. A biotecnologia tem amplo potencial de uso na modificação de características químicas e físicas de gorduras e óleos (Mukherjee, 1995) e de outros produtos de interesse da indústria (por exemplo, teor e composição de proteína do farelo e de concentrados protéicos, teor de peroxidase⁽⁸⁾ etc.).

Originadores

Devido à competição por aquisição de grão e ao papel estratégico relacionado ao conhecimento das regiões produtoras, a atividade de **originação** tem recebido atenção crescente por parte das empresas do SAG da soja. Essa função tem suplantado o simples estabelecimento de entrepostos de compra e armazenagem nas regiões produtoras, envolvendo cada vez mais uma atuação pró-ativa no desenvolvimento de novas áreas, por meio de transferência de tecnologia e crédito. Como muitas *tradings* e cooperativas — **originadores** típicos — avançam também para o segmento processador, e a maior parte das indústrias apresentam departamentos internos de **originação**, a classificação de empresas nesse grupo não é algo simples.

O padrão de concorrência entre os **originadores** é fortemente de liderança em custos, pesando as variáveis discutidas anteriormente. Sendo a busca de baixa capacidade ociosa (isto é, a movimentação de um nível mínimo de grãos para cobrir os custos fixos) um aspecto crucial, os **originadores** tendem a beneficiar-se de tecnologias que resultem em aumento de produtividade e, portanto, em aumento de oferta de matérias-primas.

A introdução de materiais com genes modificados acaba exigindo maior controle da origem do produto, em face de restrições nos mercados consumidores. Uma vez que os **originadores** se encontram em contato íntimo com o segmento produtivo, seu papel é marcante nesse sentido. Como as cooperativas são, por definição, uma extensão da atividade dos produtores, têm amplas vantagens no processo de **originação**.

A discussão internacional a respeito dos organismos geneticamente modificados (GMOs) pode levar à necessidade de maior controle da informação sobre a origem dos produtos, bem como sobre os detalhes técnicos referentes à tecnologia de produção. Assim, discute-se na Europa a necessidade de informar o consumidor, nos rótulos, quanto à possível existência de produtos modificados. Essa possibilidade exigirá um controle fino da informação, o qual não será viável sem custo adicional. Tais cuidados colocam dúvidas sobre os mecanismos existentes criados para lidar com a segurança do consumidor.

As discussões vêm ocorrendo em arena muito mais ideológica do que técnica, uma vez que não existe evidência alguma reportada na literatura a respeito de efeitos negativos para o consumidor de produtos oriundos da soja portadora de gene RR ou de milho portador de genes com Bt.

Produtores agrícolas

Dado que grande parte dos genes já desenvolvidos são focados em aspectos relacionados ao manejo agrícola, os

impactos sobre o segmento produtivo são diretos. O gene RR, por possibilitar melhor controle de ervas daninhas e resultar em redução de gastos com herbicidas, maquinário e mão-de-obra, traz efeito positivo sobre a produtividade agrícola no seu sentido mais amplo, isto é, considerando-se o produto em relação a todos os fatores de produção empregados, não somente à terra. O conceito envolvido na utilização do gene RR permite a simplificação das atividades de combate a ervas, possibilitando que o agricultor focalize mais eficientemente as outras atividades produtivas envolvidas na sua atividade.

Como o sistema produtivo associado a essa tecnologia é o plantio direto, esperam-se melhorias significativas na conservação do solo e da água, aspecto crucial para garantir a sustentabilidade da produção agrícola. O próprio sistema de plantio direto já permite redução de custos significativa, especialmente pelo menor gasto com maquinários. Embora a adoção do plantio direto esteja crescendo de forma contínua no Brasil, existem determinadas regiões em que o seu uso ainda é baixo⁽⁹⁾ e, portanto, a introdução do gene RR poderia gerar um impulso para tal sistema produtivo.

Outro aspecto importante a ser considerado é que, em um contexto de abertura econômica e aumento da competitividade internacional, os agricultores não devem esperar benefícios na forma de incentivos ou subsídios à sua atividade por parte do Estado, ou seja, a busca da eficiência é um fator cada vez mais limitante para o desempenho da atividade agrícola no Brasil. Vale ressaltar que nos Estados Unidos e na Argentina, principais competidores do Brasil no agronegócio da soja, o crescimento das áreas plantadas com soja geneticamente alterada tem sido exponencial. Segundo estimativas da empresa Monsanto, em 1998 os norte-americanos estarão plantando aproximadamente 8 milhões de hectares de soja RR, e na Argentina a expectativa de plantio é de 4,5 milhões de hectares, contra 1,4 milhão em 1997⁽¹⁰⁾.

Os produtores também poderiam beneficiar-se com os genes modificados visando às características qualitativas da soja e de seus subprodutos se houvesse um sistema de incentivos adequado envolvendo o pagamento de **prêmios** por qualidade. Por isso, o impacto desses genes sobre o segmento agrícola deve ser avaliado com base em instrumentos de **coordenação** a serem estruturados no SAG, conforme será discutido adiante.

O teor de proteína é, em particular, um aspecto que tem sido bastante observado, embora existam evidências de que o aumento desse atributo no grão tenda a reduzir o teor de óleo e, talvez mais importante, a produtividade da cultura. Chung & Buhr (1997) concluíram que, nas condições dos Estados Unidos, parece ser compensador — sob o critério de bem-estar — o aumento do teor de proteína, mesmo com a possível redução da produtividade. Visto

que esse *trade-off* é característico do processo convencional de melhoramento, com o uso da biotecnologia tais efeitos **colaterais** do aumento do teor de proteína podem ser contornados com maior facilidade⁽¹¹⁾.

No Brasil já existem exemplos de pagamento diferenciado por atributos de qualidade conferidos por diferenciação genética, como é o caso do milho *wax* que possui teor diferenciado de amido, com interesse industrial. Embora sem expressão quantitativa, tal arranjo aponta para a possibilidade de futuros contratos específicos entre os produtores e as indústrias com vistas à produção de determinados produtos diferenciados.

Indústria de insumos: P&D em genética e sementes

Os segmentos de P&D em genética e de sementes devem sofrer forte processo de reestruturação, não somente por causa da biotecnologia, mas também em face das mudanças institucionais em curso, com destaque para a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares (LPC). A plena operacionalização da LPC, apesar de todas as dificuldades associadas ao monitoramento da venda ilegal de sementes, já tem criado ambiente mais favorável à inovação tecnológica na indústria de genética e de sementes. A aprovação do uso de genes modificados (iniciando-se com o RR), associada à criação de mecanismos para fazer cumprir a LPC, deve gerar um novo impulso para investimentos na área. Em 1998 o Ministério da Agricultura conferiu os primeiros direitos de propriedade para os detentores de variedades em diferentes produtos abrigados pela recente legislação.

Uma vez que esses genes modificados devem ser introduzidos em um **veículo** produtivo e adequado às condições regionais, isto é, o germoplasma já desenvolvido no Brasil, empresas e órgãos de pesquisa nacionais podem beneficiar-se com a nova tecnologia. Cabe aqui realizar uma distinção entre alguns tipos de empresas atuantes no sistema de P&D e de multiplicação de sementes. Existem as empresas multinacionais, inseridas no processo de P&D em biotecnologia, que deverão transacionar com as empresas detentoras de bancos de germoplasma para as condições brasileiras, isto é, aquelas inseridas no processo de P&D de variedades. Usualmente, tais empresas também apresentam a atividade de adaptação regional de variedades (como é o caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — Embrapa). Em seguida, essas empresas devem transacionar com os multiplicadores de sementes (figura 2).

Portanto, empresas atuantes no processo de P&D de variedades e na sua adaptação regional poderão beneficiar-se com a introdução de genes modificados e/ou germoplasmas à medida que forem estruturados contratos

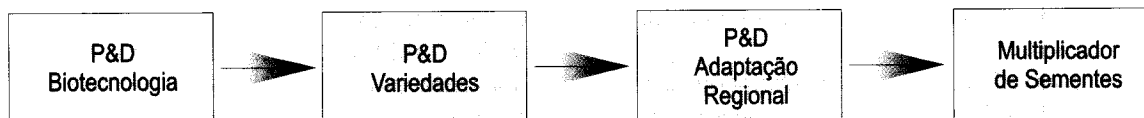


Figura 2: Sistema de P&D em Genética e Produção de Sementes

de licenciamento do uso do germoplasma existente como **veículo** para tais genes. No caso de multiplicadores de sementes, espera-se a expansão de contratos de licenciamento envolvendo o pagamento de *royalties* e os mecanismos de controle sobre a propriedade intelectual do material genético (Zylbersztajn & Lazzarini, 1997). Tais empresas podem beneficiar-se com o aumento da demanda de sementes em virtude de genes modificados que encontrem aceitação no segmento agrícola.

COORDENAÇÃO DO SAG

Ainda que os materiais modificados pela biotecnologia visando ao aumento de produtividade agrícola não sejam voltados para a diferenciação da soja por meio de atributos qualitativos, a introdução desses materiais acaba determinando a necessidade de identificar, monitorar e garantir a origem do produto em virtude das restrições trazidas por certos grupos de consumidores, conforme discutido no item **Consumidores finais**.

Ocorre que o conteúdo genético de uma *commodity* é atributo de difícil mensuração, a menos que a alto custo. Em conseqüência, a soja acaba tornando-se um **bem de crença** (*credence good*), havendo a necessidade de controle eficaz sobre as transações do SAG, por meio de dois mecanismos cruciais:

- a **rotulagem** do produto, visando gerar sinais sobre o conteúdo genético da soja;
- a sua **rastreabilidade** (*traceability*) desde a origem, visando monitorar e garantir o seu conteúdo genético no percurso até os consumidores finais.

Do mesmo modo, o uso da biotecnologia na diferenciação da soja por meio de atributos qualitativos irá requerer o desenvolvimento de arranjos contratuais mais baseados em controles, isto é, subsistemas agroindustriais **estritamente coordenados** (Zylbersztajn & Farina, 1997) aptos a lidar com o suprimento de produtos com atributos de qualidade específicos e/ou garantir a apropriabilidade dos investimentos envolvidos na inovação tecnológica (Tece, 1986). É o caso, por exemplo, de contratos entre empresas de P&D em biotecnologia e processadoras visando desenvolver e comercializar variedades com atributos qualitativos específicos, sendo que o maior controle sobre o processo

se tornaria necessário também para garantir maior apropriabilidade dos investimentos em P&D por parte da empresa de biotecnologia⁽¹²⁾.

As transações entre produtores e **originadores** (T_3 , T_4 e T_5 , conforme a figura 1) e indústrias processadoras (T_2), e entre tais agentes e o mercado externo (T_9), mostram-se cruciais nesse sentido. Uma limitação atualmente presente no Brasil diz respeito à falta de infra-estrutura de armazenagem que possibilite a classificação e a separação, sob altos volumes, de diferentes padrões qualitativos de grãos. Aspecto importante refere-se também à necessidade de estabelecimento de incentivos adequados para que o produtor utilize materiais genéticos em consonância com as demandas da indústria, ou seja, **prêmios** sobre padrões qualitativos específicos.

Em suma, assumindo-se que a coordenação do SAG envolve o suprimento de **bens públicos e coletivos**⁽¹³⁾, **incentivos e controles**, a introdução de materiais com genes modificados poderá resultar em melhorias nesse sentido se impulsionar:

- investimentos em infra-estrutura qualitativa de armazenagem (bem público/coletivo);
- mecanismos de controles sobre a origem do produto comercializado, como esquemas de **rotulagem** e de **rastreamento** (controles), em articulação com as instâncias internacionais de regulação dos GMOs;
- pagamento de **prêmios** aos produtores em conseqüência de atributos desejados pelo mercado (incentivos).

A estruturação de tais instrumentos de coordenação é um desafio e uma necessidade em face das mudanças no comércio internacional que exigem pleno controle sobre a qualidade e a origem das *commodities*.

TRÊS QUESTÕES POLÊMICAS

A introdução de materiais com genes modificados pode gerar entraves à comercialização externa da soja brasileira

Antes de mais nada, há que se avaliar os benefícios da introdução da biotecnologia. Conforme apresentado no tópico **Impactos da biotecnologia sobre os principais segmentos do SAG da soja**, os benefícios permeiam todo o SAG e resultam em uma ótica de au-

mento tanto de produtividade quanto de oportunidades de diferenciação da soja.

Em vez de gerar restrições ao desenvolvimento tecnológico, o mais recomendado é estruturar mecanismos adequados de **coordenação** com base no suprimento de bens públicos e coletivos, incentivos e controles, conforme abordado anteriormente.

Aspecto crucial diz respeito à articulação de órgãos de pesquisa e associações nacionais com instâncias internacionais de regulação de GMOs. A CTNBio é composta por especialistas e cientistas com notório saber em biotecnologia, os quais participam dos fóruns internacionais que debatem e propõem normas para regulamentar o tema. No seu conselho, é equilibrada a representação de agentes públicos e privados. Dessa forma, a melhor maneira de garantir a necessária agilidade para lidar com questões de cunho comercial é dando agilidade à CTNBio para que cumpra a sua função de modo rápido.

A recente situação criada com o obstáculo à importação de soja modificada pela indústria de esmagamento indica que, no futuro, a CTNBio deverá lidar com essas questões com a rapidez que as necessidades impõem, sob pena de não conseguir cumprir o seu objetivo que, em última análise, é o de prover um bem coletivo de segurança para a sociedade. A indústria pode importar matéria-prima sempre que houver vantagens comerciais, mas deve fazê-lo de acordo com a lei. Assim, o organismo designado para autorizar a operação deve ser acionado e responder em tempo adequado.

Quanto às exportações de soja, o Brasil está defasado em relação aos seus principais competidores, os Estados Unidos e a Argentina. Isso implica que no mercado internacional será cada vez mais difícil encontrar uma partida de soja que não tenha conteúdos de GMOs, o mesmo ocorrendo com os outros produtos. Tendo sido autorizados nos seus países de origem e com a difusão dessas tecnologias, o comércio de GMOs não será mais novidade em poucos anos.

O desenvolvimento de materiais modificados pode gerar ganhos monopolísticos às indústrias de P&D e sementes

A idéia é que a inovação trazida pela biotecnologia poderia favorecer algumas poucas multinacionais ofertantes de tais genes, em um mercado que tende a ser cada vez mais concentrado, abrindo espaço para uma conduta anticompetitiva.

Nesse sentido, algumas ressalvas têm de ser feitas. Primeiramente, o processo de P&D em biotecnologia envolve pesados investimentos que, por serem tipicamente irrecuperáveis (*sunk*)⁽¹⁴⁾, acabam determinando elevados custos de saída de empresas que se aventurem a investir

em biotecnologia (sobre esse ponto, ver Baumol, Panzar & Willig, 1982). O resultado é justamente uma estrutura de mercado mais concentrada. No entanto, isso não implica que, necessariamente, deva ocorrer uma conduta monopolística dos agentes, mesmo porque várias multinacionais vêm realizando investimentos nessa área, concorrendo por mercados similares⁽¹⁵⁾.

Em segundo lugar, o gene modificado deve necessariamente ser embutido em **veículos** adequados às condições regionais do Brasil, os quais são dominados por empresas nacionais de pesquisa com seus bancos de germoplasma (por exemplo, Embrapa, Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico — Coodetec, Universidade Federal de Viçosa). As empresas multinacionais, inevitavelmente, terão de concorrer entre si para realizar parcerias a fim de introduzir a sua **família** de genes modificados em variedades regionalmente adaptadas.

*Em vez de gerar restrições ao desenvolvimento tecnológico, o mais recomendado é estruturar mecanismos adequados de **coordenação** com base no suprimento de bens públicos e coletivos, incentivos e controles.*

Em terceiro, mesmo que possam existir margens com os novos genes, espera-se que a situação final (isto é, com a presença de tais genes) alcance resultado superior em termos de eficiência alocativa (ou ganho de bem-estar) em comparação com a situação sem a nova tecnologia⁽¹⁶⁾. Em outras palavras, existem benefícios que suplantam os eventuais custos com a sua adoção. Vale lembrar que a Argentina já regulamentou o uso de alguns genes modificados; portanto, já existe uma defasagem tecnológica do Brasil em relação a esse país, tendo sido inclusive verificada a entrada de materiais **contrabandeados** da Argentina.

Devem ser considerados, também, os limites impostos pela existência de variedades substitutas de domínio público, às quais o consumidor, no caso o produtor agrícola, poderá recorrer sempre que as margens forem excessivas, bem como a reutilização da semente em novos ciclos. Sob essa ótica, o uso do material modificado será uma escolha superior em face da variedade existente no mercado. Ainda para reforçar o argumento, a real margem a ser recolhida pelas empresas de biotecnologia estará associada à sua capacidade de prover uma família de genes ao longo do tempo, o que dará caráter dinâmico ao tema da apropriação de margens.

Finalmente, existe um órgão habilitado no Brasil para lidar com a defesa da concorrência, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), que pode e deve ser acionado quando da ocorrência de eventuais práticas anticompetitivas.

Não há garantias de que o produtor irá beneficiar-se com a biotecnologia

Os genes modificados que devem ser introduzidos iminentemente no Brasil, como o RR, trazem benefícios diretos ao produtor por resultarem em melhorias no manejo da cultura. Há indícios de elevada aceitação da nova tecnologia pelos produtores se ela efetivamente resultar em ganhos de eficiência na produção agrícola.

No caso de genes direcionados a aprimorar atributos qualitativos do grão, o benefício ao produtor só será efetivado se existirem instrumentos de incentivo pela adoção da tecnologia específica, com destaque para o pagamento de **prêmios** por qualidade. Um entrave a essa questão é, sem dúvida, a escassez de infra-estrutura de armazenagem apta a lidar com diferentes padrões qualitativos do grão sob altos volumes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo procurou-se discutir os impactos da introdução da biotecnologia no sistema agroindustrial (SAG) da soja no Brasil. Embora exista no País a tradição de discutir questões de *agribusiness* com foco apenas no segmento agrícola, tem-se de imprimir uma visão mais sistêmica a esse debate, com o intuito de avaliar os impactos esperados sobre o SAG como um todo e delinear os instrumentos de coordenação necessários para o aumento da eficiência no uso da biotecnologia.

Existem duas linhas de abordagem sobre os benefícios trazidos por tal tecnologia: a possibilidade de aumentar a produtividade agrícola e reduzir os custos de produção,

resultando em ganhos de eficiência; e a possibilidade de dotar as *commodities* de atributos qualitativos de acordo com as exigências de consumidores finais ou de etapas intermediárias do processo produtivo. Os genes já desenvolvidos para a soja, com destaque para o RR, são baseados na primeira linha de abordagem; no entanto, existe a possibilidade de surgimento de uma futura **família** de genes que caminham para a linha de diferenciação da soja. Em ambos os casos existem benefícios evidentes ao longo do SAG da soja como um todo.

Existem, porém, custos associados especialmente às restrições internacionais para o uso de organismos geneticamente modificados (GMOs), à falta de infra-estrutura de armazenagem para lidar com diferentes padrões de qualidade da soja e ao possível surgimento de rendas monopolísticas associadas à aplicação comercial de tais genes. Contudo, tais entraves devem ser dirimidos com o aumento da coordenação do SAG — definida como melhoria do suprimento de bens públicos e coletivos (infra-estrutura qualitativa de armazenagem), incentivos e controles (**rotulagem e rastreamento** da produção de GMOs de acordo com os padrões regulamentares internacionais) —, ao mesmo tempo em que devem ser acionados órgãos específicos (CADE) para monitorar os padrões de concorrência na indústria.

Avaliando-se conjuntamente esses dois lados da questão, parece haver mais benefícios do que custos, especialmente se se considerar que a biotecnologia já faz parte de um novo paradigma competitivo do *agribusiness*. Esse ponto deveria ser cuidadosamente observado por órgãos de regulamentação no Brasil que controlam a liberação de genes modificados. ♦

NOTAS

- (1) Entende-se aqui a engenharia genética, não considerando a tecnologia de micropropagação vegetal, que não é mais considerada tecnologia de ponta, embora seja complementar à primeira.
- (2) A denominação técnica correta do gene da Soja RR é CP4EPSPS, embora comumente ele seja tratado como **gene RR**.
- (3) Esse foi, basicamente, o tema da reunião do Grupo Consultivo sobre Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) realizada em maio de 1998.
- (4) Segundo especialistas do Instituto Hudson (Estados Unidos), cerca de 2/3 das áreas de preservação ambiental no planeta estarão ameaçadas pela necessidade de incremento da oferta de alimentos, caso as práticas agrícolas de baixa produção persistam no futuro próximo.
- (5) Segundo informações da empresa Soyatech, Inc.
- (6) Certamente, trata-se de uma simplificação para fins analíticos, uma vez que algumas empresas atuam tanto com *commodities* quanto com produtos para o consumo final. Exemplos de empresas mais caracterizadas na linha de liderança em custos são a Cargill (embora tenha no Brasil óleos com marca consolidada), a Louis Dreyfus-Coinbra e o Grupo Bunge (que, inclusive, manifestou interesse em desfazer-se de suas empresas voltadas para o consumo final). Exemplos

NOTAS

- de empresas atuantes na linha de diferenciação são a Gessy Lever, a Sadia e a Santista (atualmente controlada pelo Grupo Bunge).
- (7) O gene Bt (*Bacillus turingiensis*) confere resistência a essas culturas com relação à ação das lagartas.
- (8) Trata-se de uma substância oriunda da soja que tem sido utilizada como substituto orgânico de alguns insumos na indústria de papel e celulose, principalmente.
- (9) Segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa-CNPSo) em 1996/1997, enquanto em alguns estados como o Paraná e o Rio Grande do Sul o sistema de plantio direto abrangia respectivamente 42% e 55% da área plantada, em São Paulo esse sistema atingia apenas aproximadamente 6% (Roessing & Santos, 1998).
- (10) Conforme artigo publicado no *Jornal do Brasil* em 09 de março de 1998.
- (11) Indústrias esmagadoras do Oeste do Paraná têm reclamado sobre o baixo teor de proteína de grãos oriundos de tal região, possivelmente em virtude de aspectos genéticos, comprometendo o nível de proteína do farelo. Trata-se, portanto, de um nítido exemplo de como a ausência de uma abordagem sistêmica no processo de P&D pode comprometer a competitividade do SAG.
- (12) Em 1998, a Monsanto e a Cargill anunciaram uma possível parceria para o desenvolvimento de materiais genéticos visando aos atributos de qualidade em produtos industrializados, caminhando para a estruturação de um SAG estritamente coordenado.
- (13) Bens públicos são não-exclusivos (isto é, geram efeitos positivos a todos os agentes da economia) e não-rivais (isto é, o uso por parte de um agente não afeta o uso por parte de outro). Bens coletivos são bens não-rivais e/ou não-exclusivos demandados apenas por grupos econômicos bem-determinados — no caso apresentado neste texto, o SAG da soja como um todo.
- (14) Investimentos irrecuperáveis (*sunk*) são aqueles em que ocorre perda do seu valor quando direcionados a outros usos ou usuários. A modificação de um gene deve ter um propósito específico e, portanto, se não houver retorno com a sua exploração comercial a empresa não poderá recuperar o investimento realizado.
- (15) Na área de genes focados em melhorias do manejo agrícola, várias empresas já têm buscado entrar no mercado, além da Monsanto com o gene RR. Algumas delas são a Dow, a DuPont, a Novartis etc.
- (16) Esse é um dos casos em que uma situação monopolística pode, ainda assim, ser eficiente (ver Varian, 1992).

RESUMO

Existem várias experiências de sucesso na aplicação da biotecnologia, em especial nas áreas de saúde e agricultura. Um dos casos mais marcantes é, certamente, o da chamada soja *Roundup Ready* (RR), resultante de pesquisas apresentando modificação genética para possibilitar a tolerância ao uso de herbicidas à base de glifosato. Os benefícios almejados com tal tecnologia enquadram-se na linha de aumento de produtividade e redução de custos pelo menor uso de defensivos e pela alocação mais eficiente do maquinário e da mão-de-obra empregados na produção de soja, simplificando e reduzindo os custos de atividades de combate a ervas. Embora nesse tipo de discussão seja comum observar somente os impactos causados no segmento agrícola e as implicações para a organização da indústria de insumos, pouco se tem analisado sobre os efeitos que a biotecnologia pode acarretar para o sistema agroindustrial como um todo, até os consumidores finais. Esse é justamente o objetivo nesse artigo: imprimir uma visão mais **sistêmica** a essa discussão. Buscou-se fazer uma revisão da literatura acerca do tema para a discussão das principais questões polêmicas envolvidas. Avaliando-se conjuntamente essas questões, parece haver mais benefícios do que custos, especialmente se se considerar

que a biotecnologia já faz parte de um novo paradigma competitivo do *agribusiness*. Esse ponto deveria ser cuidadosamente observado por órgãos de regulamentação no Brasil que controlam a liberação de genes modificados.

Palavras-chave: organismos geneticamente modificados, coordenação, sistema agroindustrial, biotecnologia, eficiência.

ABSTRACT

There are several examples about the impacts of biotechnology in the field of agriculture. Certainly, one of the strongest cases in Brazil nowadays is the gene "Round up Ready Soya", developed for the multinational company Monsanto. The modified gene gives tolerance to the soya plant related to the use of herbicides based on glyphosate, allowing a better control of some crop diseases at lower costs. Most of the benefits are based on the improvement of efficiency and cost reductions at the farm level (costs saving). This subject has been exhaustively discussed by experts in the field of biotechnology and agriculture. However, in general the debates consider only the direct impact on the agricultural segment. Additionally to this view, the main objective of this paper is to expand the discussion towards a more dynamic and systemic approach, encompassing the impacts to the soya agri-chain as a whole, including the final consumer. The analysis of the main controversial questions lead to the conclusion that there are more benefits than costs for the introduction of modified gene in the soya plant, considering also that biotechnology is already part of a new competitive paradigm in the *agribusiness* field at a global level. These points must be carefully observed by those institutions responsible for establishing the norms for the approval of Genetic Modified Organisms in Brazil.

Uniterms: genetic modified organisms, cordination, *agribusiness* system, biotechnology, efficiency.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMOL, W.J.; PANZAR, J.C.; WILLIG, R.D. *Contestable markets and industry structure*. New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1982.
- CHUNG, C. & BUHR, B. Market level economic impacts of modified soybeans. *Agribusiness*, v.13, n.5, p.469-482, 1997.
- LAZZARINI, S.G. & NUNES, R. *Competitividade do sistema agroindustrial da soja*. São Paulo, IPEA/PENSA-USP, 1998. [Mimeo.]
- MONSANTO expande vendas de soja alterada. *Jornal do Brasil*, 09 mar. 1998. p.15
- MUKHERJEE, K.D. Fats and oils biotechnology: present and future applications. CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS, 6. *Anais*. Campinas, 1995.
- ROESSING, A.C. & SANTOS, A.B. *Avaliação do componente tecnológico da safra de soja 1996/97*. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1998. [Mimeo.]
- SWANN, P. & GILL, J. *Corporate vision and rapid technological change — the evolution of market structure*. New York, Routledge, 1993.
- TEECE, D.J. Profiting from technological innovation: implication for integration, collaboration, licensing, and public policy. *Research Policy*, v.15, p.285-305, 1986.
- VARIAN, H. *Microeconomic analysis*. New York, W.W. Norton & Company, 1992.
- ZYLBERSZTAJN, D. *Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da Nova Economia das Instituições*. São Paulo, 1995. 238p. Tese (Livre-Docência) — Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
- ZYLBERSZTAJN, D. & FARINA, E.M.M.Q. Agri-system management: recent developments and applicability of the concept. FIRST BRAZILIAN WORKSHOP ON AGRI-CHAIN MANAGEMENT. Ribeirão Preto, 1997.
- ZYLBERSZTAJN, D. & LAZZARINI, S.G. On the continuity of contracts: an analysis of the Brazilian seed industry. INAUGURAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF NEW INSTITUTIONAL ECONOMICS. St. Louis, 1997.