

# Análise do processo de difusão tecnológica de cultivares de soja da Embrapa no Paraná<sup>1</sup>

Thiago André Guimarães<sup>2</sup>  
Victor Manoel Pelaez Alvarez<sup>3</sup>

**Resumo** – O Paraná liderou a produção nacional de soja até o fim da década de 1990, contribuindo decisivamente para que o Brasil ocupasse, desde 1975, o posto de segundo maior produtor mundial do grão. Entre os fatores que explicam o sucesso da sojicultura paranaense destaca-se o estabelecimento de uma rede articulada de pesquisa agrícola que, sob a liderança da Embrapa, atuou decisivamente no desenvolvimento e na transferência de cultivares de soja para o Estado. Nesse sentido, o presente trabalho analisa o processo de difusão tecnológica da Embrapa para os sojicultores paranaenses, entre as safras de 1970–1971 e de 2002–2003, com ênfase no projeto sistêmico que abrange a Embrapa Soja e a Embrapa Transferência de Tecnologia, em parceria com produtores de sementes. Ao mesmo tempo, busca-se avaliar a eficácia desse processo baseado na participação relativa das sementes de cultivares da Embrapa em relação ao total de sementes fiscalizadas cultivadas no Paraná no plantio nas safras de 1990–1991 a 2002–2003. Nesse período, registrou-se uma evolução da participação relativa das sementes da Embrapa de 3% para 46% em relação ao total de sementes fiscalizadas cultivadas no Estado.

**Palavras-chave:** aprendizado tecnológico, cultivares de soja, difusão tecnológica.

## Analysis of process of technology transfer for the soybeans Embrapa's cultivars in Paraná

**Abstract** – Paraná led the national soybean production by the end of the 1990's, contributing decisively to occupy that Brazil since 1975, the position of the second largest producer of grain in the world. Among the factors that explain the success of soybean production in Paraná, stands out the establishment of a network of agricultural research under the leadership of Embrapa, acting decisively in the development and transfer of soybean cultivars for the State. In this sense, this paper examines process of technology transfer promoted by Embrapa Soybean with Paraná soybean's producers, between the harvests of 1970–1971 and 2002–2003, emphasizing on systemic project involving Embrapa Soybean and Embrapa Technology Transfer, in partnership with seed's producers.

<sup>1</sup> Original recebido em 18/8/2011 e aprovado em 25/8/2011.

<sup>2</sup> Economista pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), engenheiro de produção civil, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Mestre e Doutorando em Métodos Numéricos em Engenharia, pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), professor-assistente do Centro Universitário Franciscano do Paraná (Unifae). E-mail: thiago.guimaraes@fae.edu

<sup>3</sup> Engenheiro de alimentos e Mestre em Política Científica e Tecnológica, pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Doutor em Economia, pela Université de Montpellier I, professor-associado do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: victor@ufpr.br

At the same time, seeks out to identify the effectiveness of this process based on the relative share of seeds of Embrapa's cultivars in relation to the total supervised seed grown in Paraná between the harvests of 1989–1990 to 2002–2003. During this period, there was an evolution of the relative participation of Embrapa seeds from 3% to 46% of the total number of supervised seeds grown in the State.

**Keywords:** technological learning, soybean cultivars, technology transfer.

## Introdução

No lastro das profundas transformações técnico-produtivas ocorridas na agricultura brasileira a partir da década de 1960, a soja vem-se destacando como o principal produto do agonegócio brasileiro, logrando ao País, desde 1976, o posto de segundo maior produtor mundial, superado apenas pelos Estados Unidos. Em 2010, o Brasil respondeu por 26,2% da produção mundial de soja (UNITED STATES, 2010), que correspondeu a 67,5 milhões de toneladas de soja, cultivada em uma área de 24,2 milhões de hectares (área equivalente ao território do Reino Unido) (CONAB, 2010). Em termos comerciais, a soja foi responsável por cerca de 9% das exportações brasileiras, perfazendo R\$ 17,5 bilhões. Em relação ao PIB do agronegócio desse mesmo ano, a commodity respondeu por 5,6% de um total de R\$ 821,8 bilhões, que correspondeu a uma participação de 1,25% do PIB nacional (BRASIL, 2010; CEPEA, 2010).

Entre os estados produtores destaca-se o Paraná, que começou a cultivar a oleaginosa nos anos 1960 e, até o final da década de 1990, foi o principal estado produtor do País, tanto em área cultivada quanto em volume produzido, sendo esse estado responsável, ainda em 2010, por 21% da soja colhida no Brasil. Entretanto, em decorrência da expansão agrícola em direção ao Cerrado, na década de 1980, o Paraná perdeu a liderança produtiva para Mato Grosso, que responde atualmente por cerca de 27% da produção brasileira (CONAB, 2010).

O estabelecimento de uma rede articulada de pesquisa sobre a soja figura entre os principais fatores que explicam o sucesso do cultivo dessa cultura no Brasil, proeza que envolve os poderes públicos (federal e estadual) e o apoio financei-

ro da indústria privada. De acordo com Domit et al. (2007), essa rede de pesquisa teve início, no Estado do Paraná, em 1972, e articulou, num primeiro estágio, o Ministério da Agricultura e o Instituto Agronômico do Paraná (Iapar). Em um segundo estágio, foi criado, em 1975, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPQ), que viria a se transformar, no ano seguinte ao da sua criação, na Embrapa Soja. Isso possibilitou a integração dos esforços isolados de pesquisa, que se espalhavam pontualmente pelas regiões Sul e Sudeste. Paralelamente à criação da Embrapa Soja, foi estabelecido o Programa Nacional de Melhoramento Genético, que culminou no desenvolvimento das primeiras cultivares de soja no Paraná, contribuindo decisivamente para a rápida expansão da produção. Também pode ser considerado uma conquista dessa rede de pesquisa o desenvolvimento de cultivares adaptadas às latitudes dos climas tropicais, fator fundamental à expansão da soja rumo ao Cerrado (TECNOLOGIAS..., 2008).

Um dos aspectos determinantes para o início da pesquisa no Paraná seria a limitação da fronteira agrícola do Estado, que começou a se esgotar ainda na década de 1970, tanto em ocupação quanto em possibilidade de abertura de terras virgens (FONSECA; SALLES FILHO, 1992; LOURENÇO, 2000). Isso impôs o aumento da produtividade da cultura, com base no desenvolvimento de novas cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado. Nesse contexto, enquanto a área colhida de soja aumentou 80%, entre as safras de 1978–1979 e 2000–2001, passando de 2,3 milhões de hectares para 2,8 milhões, respectivamente, a sua produção cresceu mais de 215%, passando de 4 milhões para 8,6 milhões de toneladas no mesmo período (IPEA, 2011).

Motivado pelo papel de destaque da pesquisa agrícola na produção de soja no Paraná, este trabalho propõe-se a analisar o processo de difusão tecnológica de novas cultivares de soja, promovido pela Embrapa, para os produtores paranaenses, no período compreendido entre 1970 e 2003. Destacar-se-á o período entre a safra de 1989–1990 e a de 2002–2003, enquanto perdurou a parceria entre a Embrapa Soja e a Embrapa Transferência de Tecnologia, cujo objetivo era difundir cultivares de soja em parceria com produtores de sementes do Estado.

O estudo do processo de difusão tecnológica baseia-se na análise proposta por Nathan Rosenberg, por meio da qual procura-se identificar e discutir os principais mecanismos de difusão tecnológica adotados pelas Unidades de pesquisa e extensão da Embrapa. Ao mesmo tempo, pretende avaliar a eficácia do processo de transferência de tecnologia com base no percentual de sementes de cultivares da Embrapa cultivadas no Estado do Paraná, em relação ao total de sementes fiscalizadas e utilizadas no plantio, nas safras de 1970–1971 a 2002–2003.

Para tanto, além desta introdução, este artigo é composto por mais quatro seções. A seção dois apresenta o referencial teórico do estudo, onde são delineadas as considerações teóricas a respeito dos mecanismos de difusão tecnológica. A terceira seção aborda o contexto econômico e produtivo da soja no Paraná. A seção quatro discute o papel da pesquisa agrícola promovida pela Embrapa no Paraná, no qual é analisado o processo de transferência de tecnologia das cultivares de soja. Por fim, a quinta seção tece as conclusões do artigo.

## Difusão e aprendizado tecnológico

A primeira parte deste tópico discute os principais mecanismos de difusão propostos por Rosenberg (1979), enquanto a segunda parte aprofunda-se no mecanismo de aprendizado tecnológico, destacando suas dimensões e seus significados. A terceira parte aborda o aspecto institucional do aprendizado tecnológico.

## Difusão tecnológica: uma abordagem evolucionária

Segundo Furtado (2006), a perspectiva evolucionária aproxima a inovação da difusão tecnológica, rompendo a barreira imposta pela escola neoclássica, que tratava a inovação como sendo exógena ao sistema econômico, enquanto a difusão era considerada endógena. Tal aproximação considera tanto a inovação quanto a difusão tecnológica como elementos endógenos. Mais do que isso, a difusão passa a ser considerada como uma atividade inerente ao processo de inovação tecnológica, na medida em que a tecnologia evolui por meio de um processo iterativo e cumulativo de mudanças incrementais. Diante dessa nova perspectiva, Rosenberg (1979) destaca a rapidez com que as novas tecnologias são incorporadas no processo produtivo, decorrente sobretudo do fato de as atividades de pesquisa e desenvolvimento serem cada vez mais subordinadas à dinâmica da economia. Para o autor, o fenômeno de difusão da tecnologia vai além de uma visão estática do progresso técnico, na qual a propagação do conhecimento é interpretada como um simples “contágio”, representado por uma curva em “S”. Ele considera a difusão tecnológica como um processo iterativo de um conjunto de mecanismos, pelos quais o conhecimento é acumulado e incorporado à atividade produtiva, quais sejam:

- **Aperfeiçoamento dos inventos:** os inventos, em suas formas primitivas, são imperfeitos e permitem apenas melhorias discretas em relação às tecnologias anteriormente empregadas. O ritmo da difusão tecnológica não é ditado pelo invento em si, mas pelo andamento das melhorias e pelas adaptações subsequentes, que vão sendo incorporadas à nova tecnologia. Portanto, as inovações incrementais atingem grande impacto econômico, sendo muitas vezes superiores às inovações radicais.
- **Desenvolvimento de habilidades técnicas por parte dos usuários:** esse mecanismo está associado às inovações

incrementais, uma vez que a exploração de novas tecnologias de maneira eficaz depende do desenvolvimento das habilidades humanas. O autor argumenta que a forma como novas habilidades técnicas são adquiridas interfere diretamente na rapidez do processo de difusão. Há, então, duas formas de aprendizado tecnológico: a primeira é decorrente da participação direta no processo produtivo (*learning-by-using*), enquanto a segunda é obtida por meio da educação regular e de treinamento (*learning-by-training*), permitindo a formação de trabalhadores mais qualificados.

- **Desenvolvimento de habilidades na fabricação de máquinas:** as inovações dependem de máquinas especializadas, que as produzam com eficiência. O autor apresenta como exemplo as máquinas a vapor, cujo desenvolvimento dependia da fabricação de pistões específicos.
- **Tecnologias complementares:** são tecnologias que auxiliam outras tecnologias a se desenvolver plenamente, dentro de um contexto de externalidade positiva de redes tecnológicas. O autor cita como exemplo o caso das locomotivas, que só se tornaram viáveis quando os trilhos de ferro foram substituídos por trilhos de aço.
- **Aperfeiçoamento, paralelo, de antigas e novas tecnologias:** é possível a coexistência de tecnologias antigas com tecnologias novas, ou seja, uma tecnologia ultrapassada não deixa de existir quando um novo conhecimento é introduzido.
- **Contexto institucional:** a mudança técnica depende do aspecto institucional, ou seja, das leis, dos aspectos culturais, de valores e tradições, que podem frear ou incentivar a difusão de inovações.

O aprendizado tecnológico adquire, assim, um papel de destaque no processo de difusão, considerando que a assimilação e a transmissão de conhecimentos são mecanismos essenciais à incorporação das atividades de pesquisa e desenvolvimento nas atividades de produção e comercialização de novos produtos e processos.

### Modalidades de aprendizado

De acordo com Queiroz (2006), aprendizado tecnológico é um processo pelo qual um agente acumula habilidades e conhecimentos, gerando o aperfeiçoamento contínuo da tecnologia e obtendo ganhos de desempenho em determinado processo. O autor ensina que o desenvolvimento das habilidades técnicas constitui um importante mecanismo de difusão da tecnologia. Todavia, sua gênese advém de uma multiplicidade de processos, a qual enseja várias formas de aprender. A definição básica do *learning-by-doing* decorre da própria atividade produtiva. Assim, quanto mais se produzir ou se realizar determinado processo, maior será a experiência em fazê-lo e, conseqüentemente, melhor será seu desempenho.

Lundvall (1988) acrescenta a modalidade do *learning-by-interaction* (aprender por interação), segundo a qual o aprendizado é fruto de uma cooperação entre usuários e produtores, num determinado contexto institucional, resultando em inovações no produto ou no processo produtivo. Katz (1976 citado por QUEIROZ, 2006) sugere, por sua vez, o *learning-by-adapting* (aprender adaptando), em que o aprendizado decorre de alterações de processos que não podem ser replicados no mesmo contexto em que foram criados. Jonhson e Lundvall (2000) propõem, por sua vez, o *learning-by-searching*, ou seja, o aprendizado pela pesquisa. Essa forma de aprender é fruto de atividades investigativas, promovidas por instituições específicas, como universidades e institutos de pesquisa, com o propósito de resolver determinados problemas. Britto (1999) complementa as formas de aprendizado ao propor o conceito de *learning-by-training*, o qual se destaca da ideia inicial proposta por Rosenberg (1979), que consi-

derava o treinamento de mão de obra como parte inerente à aprendizagem pelo uso.

## **Aprendizado e instituições**

Embora a firma seja o tema central na análise econômica sobre o aprendizado, Queiroz (2006) argumenta que existem outras organizações que contribuem para a mudança técnica, por meio do aprendizado, como universidades e centros de pesquisa. No caso das universidades, o autor vê nelas fontes de multiplicidade de conhecimentos e de recursos humanos qualificados. A título de exemplo, o autor cita o papel crucial da educação técnica nos Estados Unidos, a qual contribuiu para a Segunda Revolução Industrial, ao combinar o conhecimento científico com o tecnológico, na formação de engenheiros, químicos e cientistas. Rosenberg (1979) chama a atenção, por sua vez, sobre o papel das agências governamentais e das instituições públicas, ao proporcionarem suporte direto às atividades de pesquisa, às de execução de políticas públicas e às de realização de programas de interesse convergente. Queiroz (2006) lembra que outros elementos integrantes do contexto institucional repercutem sobre o processo de aprendizado tecnológico. Nesse âmbito, destacam-se as instituições financeiras de fomento e a legislação.

O aprendizado tecnológico possui, portanto, um caráter coletivo e interativo, no qual o contexto institucional tem um papel fundamental na criação de relações e estímulos sociais propícios à sua expansão nas várias modalidades de conhecimento.

## **Contexto econômico-produtivo da soja no Paraná**

A soja, como lavoura comercial, começou a ser produzida no Paraná em meados dos anos 1950, como uma alternativa para a rotação de cultura com o arroz de sequeiro, que, na época, era produzido no sul do Estado. As regiões nor-

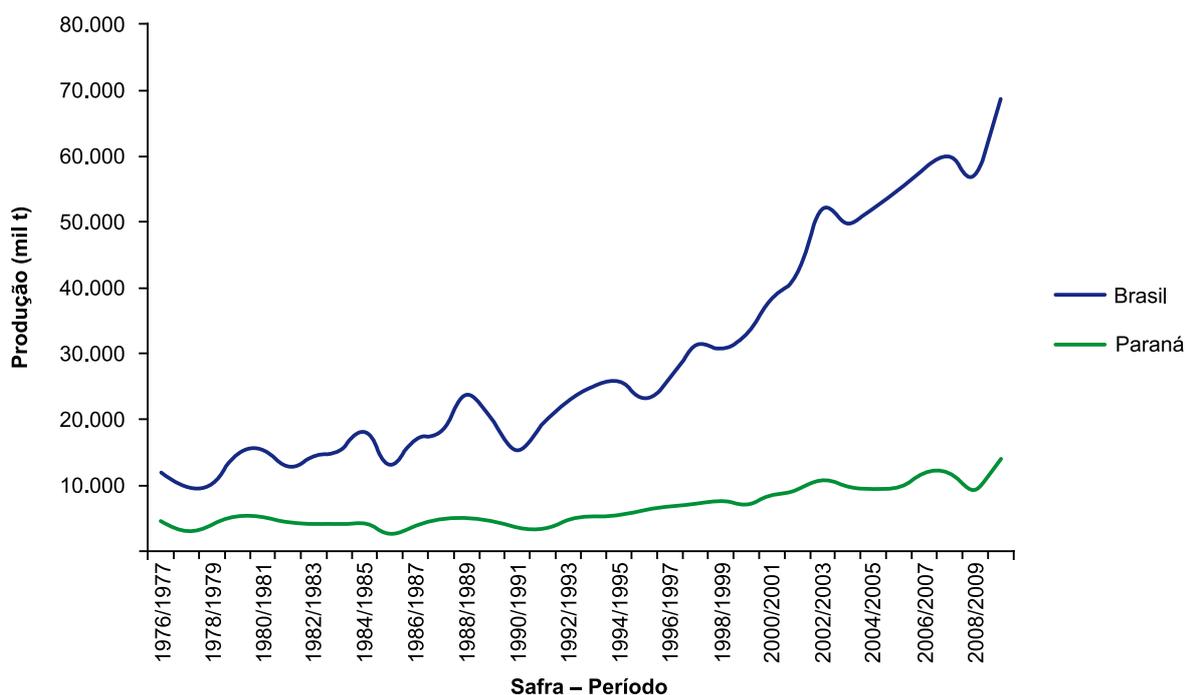
te e noroeste do Estado iniciaram o cultivo em 1953, em decorrência da primeira grande geada, que destruiu os cafezais dessas regiões. Em 1955, a cultura da oleaginosa foi mais uma vez intensificada, também por conta de geadas. Como consequência, a área cultivada no Estado passou de 43 ha, em 1954, para mais de 5.000 ha, em 1956 (TECNOLOGIAS..., 2004).

Seguindo o crescimento da produção nacional, a soja colhida no Paraná também aumentou em um ritmo acelerado. Já na década de 1960, a participação relativa do Estado na produção brasileira foi de 11,3% (média anual), participação essa que saltou para 31,37% (média anual) na década seguinte (IPEA, 2011). No início dos anos 1980, a soja já era o principal produto do agronegócio brasileiro, ocupando o Brasil o posto de segundo maior produtor mundial. A partir dessa década, a produção média do Paraná ficou em torno de 4,15 milhões de toneladas por safra, que correspondia a uma participação média de 36,6% na produção nacional, passando a 6,5 milhões de toneladas na década seguinte, com 26% da produção do País, e chegando a 10,7 milhões de toneladas na safra 2002–2003, que correspondia a 21,1% da soja produzida no Brasil.

A queda da participação da soja paranaense deveu-se à expansão da fronteira agrícola rumo ao Cerrado, em especial ao aumento da produção de soja em Mato Grosso. Todavia, o montante produzido no Paraná continuou crescendo, e, ao final da década de 2010, a produção paranaense ultrapassou os 14 milhões de toneladas<sup>4</sup>, (CONAB, 2010; IPEA, 2011). A Figura 1 apresenta a evolução conjunta da produção brasileira e paranaense dessa oleaginosa, entre as safras de 1976–1977 e 2009–2010.

Esse aumento da produção explica-se, em parte, pela expansão da fronteira agrícola paranaense, principalmente na década de 1970. Todavia, a partir da década seguinte, verifica-se uma estabilização da área colhida de soja, a qual perdurou até 1995, quando novamente houve

<sup>4</sup> Safra de 2009/2010.



**Figura 1.** Evolução da produção de soja em milhares de toneladas, entre as safras de 1976–1977 e 2009–2010, no Brasil e no Paraná.

Fonte: Conab (2010) e Ipea (2011).

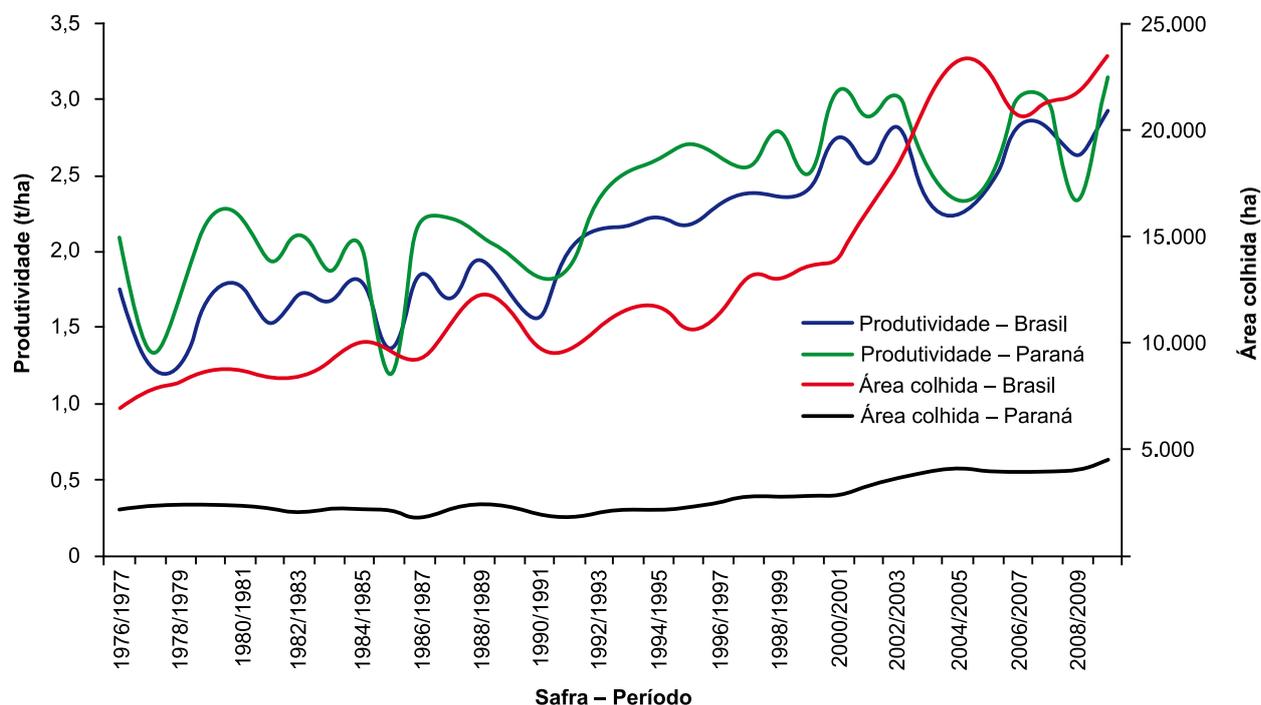
um incremento da fronteira agrícola no Estado. Conseqüentemente, uma grande parcela do aumento da produção refere-se a um aumento equivalente da produtividade. A Figura 2 apresenta a evolução da área cultivada e a produtividade do Paraná, em comparação com o Brasil, entre as safras de 1976–1977 e 2009–2010. Nesse período, registrou-se um crescimento de 104% da área cultivada com soja no Estado e de 138% no País, enquanto a produtividade paranaense cresceu 50% no período, em um ritmo um pouco abaixo da brasileira, que foi de 67%. A Tabela 1 apresenta a área colhida média e a produtividade média em toneladas por hectare ao longo dos 4 últimos decênios.

Conforme apontado por Santos e Bacha (2002), essa elevada produtividade está ligada a uma estrutura produtiva baseada na grande propriedade, intensiva em tecnologia – insumos químicos (agrotóxicos e fertilizantes) e biológicos (sementes) – e voltada à exportação. Esse modelo agrícola atende, sobretudo, à consolidação de

um padrão alimentar baseado na produção e no consumo de proteína animal.

Esse contexto produtivo deve-se ao estabelecimento de uma rede de pesquisa, que fez surgir projetos de melhoramento e transferência de tecnologia para os produtores de soja do Paraná. Nesse sentido, cabe destacar os esforços da Embrapa, por intermédio de suas filiais, a Embrapa Soja e a Embrapa Transferência de Tecnologia. Elas iniciaram, na safra 1990–1991, um projeto conjunto para a difusão de cultivares de soja, juntamente com produtores de sementes. De acordo com Domit et al. (2007), esse projeto resultou no aumento da participação das cultivares da Embrapa na produção de sementes do Paraná, passando de 3% na safra de 1989–1990, para 64% em 2002–2003.

A próxima seção discutirá o estabelecimento e a consolidação da pesquisa agropecuária no Brasil, analisando os programas de melhoramento e de transferência de tecnologia das cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja.



**Figura 2.** Evolução da área colhida de soja (em milhares de hectares) e da produtividade (em toneladas por hectare) entre as safras de 1976–1977 e 2009–2010, no Brasil e no Paraná.

Fonte: Conab (2010) e Ipea (2011).

**Tabela 1.** Área colhida e produtividade de soja no Paraná (período de 1970 a 2010).

Período	Área cultivada (ha)	Produtividade (t/ha)
1970–1979	1.387.642,90	1,71
1980–1989	2.084.405,00	2,05
1990–1995	2.080.782,67	2,18
1995–2002	2.720.825,38	2,71
2002–2010	4.026.800,00	2,72

Fonte: Ipea (2011).

## A Embrapa e a pesquisa agrícola na sojicultura paranaense

Segundo Domit et al. (2007), as primeiras pesquisas de melhoramento na sojicultura foram desenvolvidas pelo Ministério da Agricultura em associação com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Em 1976 foi criada a Embrapa Soja, que passou a ser a principal responsável pelas atividades de pesquisa dessa cultura, por meio do Programa Nacional de Melhoramento Genético. Tal programa tinha por objetivo desenvolver cultivares de soja sob a ótica tanto da pesquisa básica, que agrega características gerais, como produtividade, altura de planta, ciclo, resistência à deiscência de vagens, qualidade da semente, quanto da pesquisa aplicada. Esta última se concentra em projetos específicos referentes às áreas de semeadura da cultivar (TOLEDO et al., 1990).

Uma das principais conquistas dos melhoristas brasileiros foi a solução para o problema do atraso no período de floração, graças à iden-

tificação dos genes relacionados com o período juvenil longo da soja. Essa característica foi incorporada às novas cultivares, o que facultou o cultivo da soja em regiões de baixa latitude, principalmente nas áreas do Cerrado brasileiro (TOLEDO et al., 1990). Além disso, a expansão da soja em direção a essa região foi muito facilitada pela estratégia de difusão tecnológica do Programa Nacional de Melhoramento Genético, pautado sobre um modelo de ação em parcerias, com apoio de produtores de sementes (TECNOLOGIAS..., 2003). Essa rede de ação do Programa favorece, atualmente, a ação da Embrapa Soja em mais de cem pontos de testes, estrategicamente distribuídos pelos principais ecossistemas produtores de soja do País, permitindo que se avaliem, a cada ano, mais de 250 mil progênies e 50 mil linhagens avançadas de soja.

Contudo, o processo de difusão tecnológica nos primeiros anos do programa de melhoramento não se dedicou a nenhuma atividade específica de transferência de cultivares desenvolvidas pela pesquisa. Domit et al. (2007) comentam que as informações sobre cultivares de soja faziam parte de pacotes tecnológicos elaborados por pesquisadores e agentes da assistência técnica. Esses pacotes ganharam o caráter de normas nas instituições de crédito rural para as operações de financiamento das lavouras de soja. Tal modelo foi mantido até meados da década de 1980, quando ações pontuais foram implementadas para a transferência de cultivares em fase de recomendação para o Paraná. Essas ações coincidiram com o desenvolvimento das primeiras cultivares da Embrapa Soja recomendadas para o Estado.

A partir da safra de 1990–1991, Domit et al. (2007) relatam que a Embrapa Soja investiu na implantação de um projeto de difusão tecnológica baseado em uma metodologia sistêmica, que teve continuidade nas safras seguintes. Em 1997, foi aprovada a Lei de Proteção de Cultivares, o que incentivou a entrada de outras empresas no mercado de pesquisa e desenvolvimento, aumentando a concorrência, mas também propiciando a profissionalização do setor.

Tal evolução culminou com a criação, em 1999, da Fundação Meridional, uma entidade formada por 61 empresas produtoras de sementes do Paraná, de São Paulo e de Santa Catarina. Essa fundação passou a atuar em parceria com a Embrapa, no processo de desenvolvimento das novas cultivares e na coordenação da sua difusão. Segundo Domit et al. (2007), o trabalho de difusão implementado tinha os seguintes objetivos:

- Informar sobre o processo de transferência de tecnologia das cultivares de soja indicadas e detalhar todos os componentes do projeto de transferência de tecnologia das cultivares de soja desenvolvidas pela Embrapa Soja para o Paraná.
- Discutir os resultados alcançados por esse projeto no período de 1990 a 2003.
- Mostrar dados estatísticos sobre a produção de sementes fiscalizadas de soja no Estado do Paraná no período de 1970 a 2003.
- Subsidiar trabalhos semelhantes e ampliar a discussão no meio científico sobre a importância da transferência de tecnologia num projeto de pesquisa para desenvolvimento de novas cultivares.

O item a seguir, baseado no estudo de Domit et al. (2007), descreve e analisa os resultados do projeto “Transferência de tecnologia para as cultivares de soja desenvolvidas pela Embrapa Soja para o Paraná”.

## **Difusão de tecnologia das cultivares de soja**

O processo de transferência de tecnologia aos agricultores e às empresas sementeiras, das cultivares desenvolvidas pela Embrapa, ocorreu ao longo de três fases consecutivas, entre 1970 e 2003. Considera-se que a primeira dessas fases antecede o próprio projeto, ao se estabelecer o contexto institucional propício a sua constitui-

ção. O projeto de transferência de tecnologia, propriamente dito, foi estruturado por meio de uma parceria entre a Embrapa Soja – responsável pela pesquisa básica e pelo desenvolvimento das cultivares, e de produtores de sementes, por meio da Fundação Meridional – e a Embrapa Transferência de Tecnologia, que atuou como instituição facilitadora.

**Fase 1:** compreende o período entre a safra de 1970–1971 e a de 1989–1990. Esse período precede o início do projeto de transferência, marcado pela fundação da Embrapa Soja e pelo início dos programas de melhoramento, quando, então, foram desenvolvidas as primeiras cultivares de soja para o Paraná.

**Fase 2:** vai da safra de 1990–1991 até a safra de 1999–2000. Inicia-se pelo projeto de transferência das cultivares de soja desenvolvidas pela Embrapa. Foram indicadas 22 cultivares para a sojicultura paranaense. Nesse período, o projeto foi mantido por uma parceria entre a Embrapa Transferência de Tecnologia e empresas produtoras de sementes. Com relação às estratégias de ação, utilizaram-se os seguintes mecanismos ou estratégias de difusão tecnológica:

- **Dias de campo (DC):** método para demonstrar a eficiência de uma série de práticas agropecuárias bem-sucedidas, com o objetivo de motivar os produtores a adotá-las. O evento é realizado em propriedade de um produtor rural que tenha acesso às tecnologias ou nos experimentos de campo, tanto da pesquisa quanto da extensão. As práticas modernas de cultura são explicadas ao produtor durante a passagem pela estação previamente estabelecida (FRANCO, 2002). Essa estratégia consiste num processo de *learning-by-training*, ao promover a interação dos pesquisadores com os produtores, favorecida pelas demonstrações práticas e pelas visitas a campos experimentais.
- **Reunião técnica (RT):** são reuniões organizadas sob a responsabilidade da

Embrapa Soja e parceiros, para o planejamento de atividades e a avaliação dos resultados alcançados com a difusão.

- **Visitas técnicas (VT):** trata-se do acompanhamento dos trabalhos em campo de cultivo.
- **Unidade demonstrativa (UD):** esse método consiste em desenvolver uma ou várias práticas de comprovada eficácia e rentabilidade, em uma determinada cultura ou criação, com o objetivo de avaliação e posterior adoção das práticas pelos produtores. No caso do projeto desenvolvido, tem-se a demonstração dos resultados de tecnologias geradas pela Embrapa, com a apresentação do produto final (FRANCO, 2002). A Embrapa Soja coordenava a demonstração de resultados de seus produtos, promovendo a interação entre produtores, pesquisadores e empresas sementeiras, geralmente assessoradas por órgãos de assistência técnica.

As três estratégias acima implicam sobretudo um processo de aprendizado do tipo *learning-by-interacting*, por meio do qual os participantes vivenciam, partilham e elaboram distintas visões sobre o desempenho da tecnologia e as dificuldades encontradas na sua implementação.

Tem-se ainda, a montante do processo de transferência de tecnologia, o *learning-by-searching*, promovido pela própria Embrapa Soja, por meio de suas atividades investigativas para o desenvolvimento das cultivares de soja. Por fim, a difusão tecnológica é sustentada pelos produtores de sementes durante o processo de replicação das cultivares, por meio do *learning-by-doing*. Há ainda o *learning-by-using*, decorrente do uso das cultivares pelos sojicultores. Contudo, a mensuração dessa modalidade de aprendizado transcende o escopo de análise deste trabalho, motivo por que não será explorada.

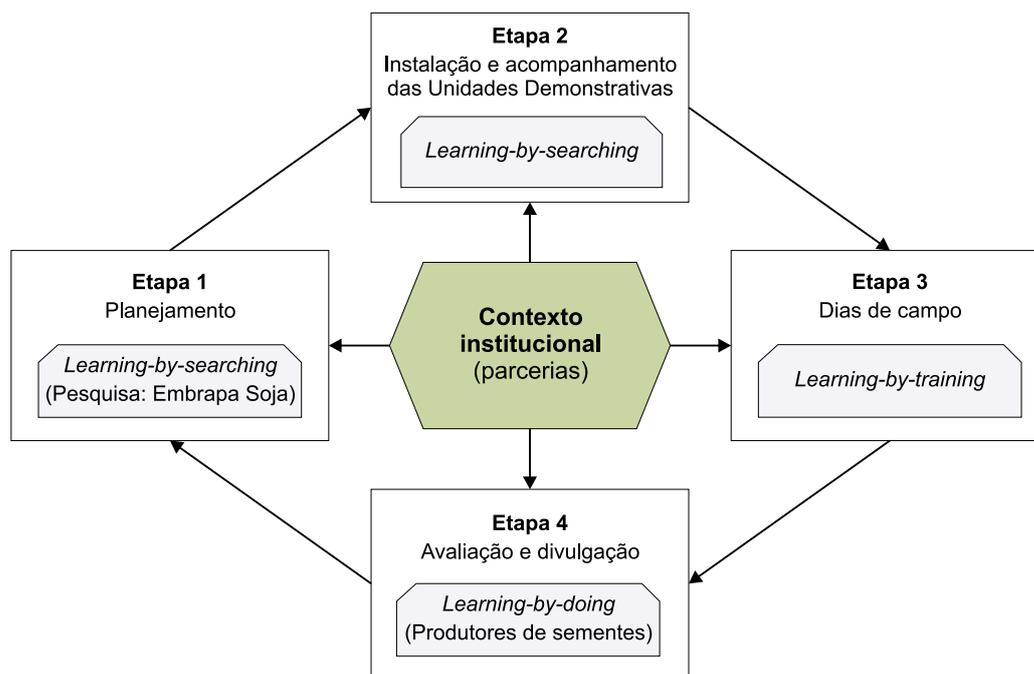
O processo de difusão adotado baseou-se em uma metodologia sistêmica, de forma a ar-

ricular várias estratégias de transferência de tecnologia, na criação de sinergias entre os participantes do projeto (coordenadores, pesquisadores, representantes das empresas de sementes e agricultores).

Na fase de planejamento, a Embrapa Soja reuniu-se com seus parceiros para definir as ações a serem desenvolvidas, como: orientação sobre a instalação das UD's e respectivos locais; designações de responsabilidades; e definição de cronogramas e da distribuição das sementes de cultivares que seriam apresentadas nas Unidades de Demonstração. Já na fase de instalação das UD's, ficou estabelecido que essas iriam seguir as indicações técnicas da pesquisa, ficando a cargo de técnicos da Embrapa Soja, ou de técnico ou responsável pela UD, conforme fosse definido no projeto. Na etapa de acompanhamento das UD's, os pesquisadores e os técnicos envolvidos no programa de desenvolvimento das cultivares de soja visitaram as unidades para avaliá-las e planejar os dias de campo. Os dias de campo foram organizados pela Embrapa e por parcei-

ros, contando com a participação de técnicos e sojicultores. Palestras e consultorias foram realizadas pelos pesquisadores em atendimento às demandas dos produtores. Por fim, a avaliação dos resultados obtidos nas UD's foi feita na sede da Embrapa Soja, em Londrina, onde se buscou determinar o grau de aceitação das novas cultivares pelos sojicultores. Os resultados foram divulgados por meio de um relatório geral que continha dados de todas as UD's. A Figura 3 ilustra a arquitetura funcional do projeto, associada às modalidades de aprendizagem identificadas.

**Fase 3:** abrange o período da safra de 2000–2001 até a de 2002–2003. A terceira fase é caracterizada pela ampliação das parcerias de apoio à pesquisa, merecendo destaque a inclusão da Fundação Meridional, que participou ativamente do desenvolvimento, da validação e da difusão das cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja. A metodologia de transferência de tecnologia foi a mesma utilizada na fase 2. Contudo, ampliou-se o número de empresas produtoras de sementes participantes, e foi de-



**Figura 3.** Arquitetura funcional do projeto de difusão tecnológica da Embrapa Soja para o Paraná e modalidades identificadas de aprendizado tecnológico.

Fonte: adaptado de Domit et al. (2007).

envolvido em um trabalho de marketing institucional entre os participantes do projeto.

O próximo tópico apresenta os resultados obtidos pelo projeto de transferência de tecnologia, mensurando a absorção e a adoção das cultivares desenvolvidas pela Embrapa, por parte dos produtores de soja do Paraná. A discussão também está baseada no trabalho de Domit et al. (2007).

## Adoção das cultivares pelos produtores

A difusão tecnológica desencadeada pela Embrapa entre os sojicultores paranaenses corresponde tipicamente a um processo de inovação incremental, baseado no desenvolvimento de cultivares adaptadas às especificidades edafoclimáticas do Estado. Ao mesmo tempo, buscou-se uma expansão gradativa – ao longo das três fases do processo de difusão – do número de usuários entre os multiplicadores de sementes, os agricultores e os técnicos extensionistas.

Durante a fase 1, a produção de sementes fiscalizadas de soja no Paraná cresceu, de 25 produtores, com um montante de cerca de 288 mil sacas de 50 kg de sementes produzidas no início do período, para 145 produtores e quase 4 milhões de sacas de 50 kg produzidas no final do período. Tal evolução representa um aumento de mais de treze vezes na quantidade de sementes fiscalizadas produzidas no estado. A Tabela 2 sintetiza os dados.

**Tabela 2.** Evolução da produção de sementes fiscalizadas no Paraná (de 1970 a 1989).

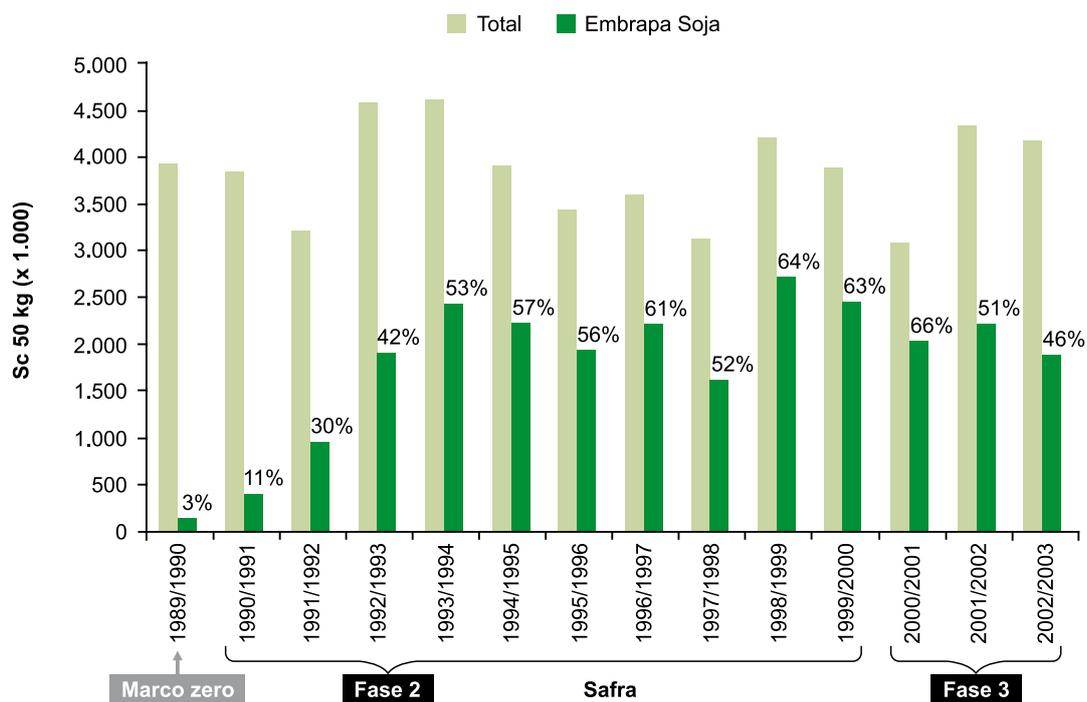
Safra	Número de produtores de sementes	Quantidade produzida (sacas de 50 kg)
1970–1971	25	288.242
1989–1990	145	4.000.000

Fonte: Domit et al. (2007).

Na safra de 1983–1984, a participação das cultivares da Embrapa correspondeu a 0,02% das sementes fiscalizadas no Estado, e chegou a atingir 5,82% na safra de 1986/1987. Cabe ressaltar que, nesse período, não houve nenhuma ação para a difusão das cultivares para os produtores. Na safra de 1990–1991, a Embrapa Soja deu início ao projeto de transferência de tecnologia das cultivares, juntamente com as recomendações técnicas para seu manejo. Inicialmente, nove empresas produtoras de sementes participaram de todas as etapas, ou seja: do planejamento, da instalação das UD's, dos dias de campo e da divulgação dos resultados. Até o final da fase 2 (safra de 1999–2000), buscou-se a sincronia entre a produção das sementes (genética e pesquisa básica) e as atividades de transferência, por meio do equilíbrio entre a demanda pelas cultivares geradas nos dias de campo e a sua oferta. O aumento do número de empresas sementeiras participantes foi gradativo, chegando a 21 no final dessa fase.

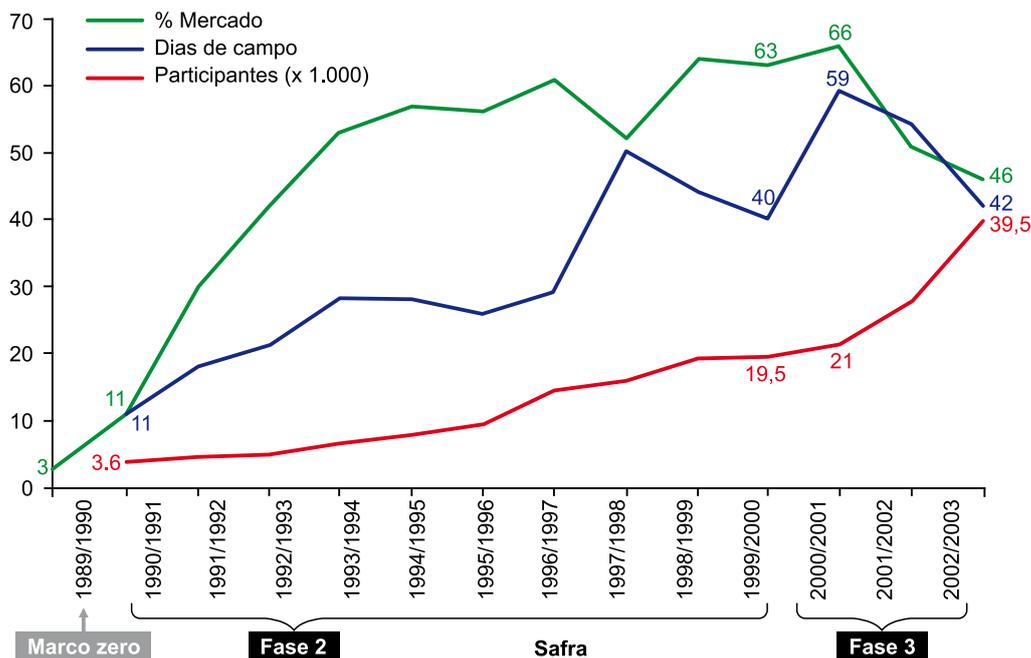
A partir de 1997, com a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, novas empresas entraram no mercado, e a concorrência acirrou-se. Por esse motivo, o processo de transferência de tecnologia precisou ser mais bem planejado e mais específico, na tentativa de desenvolver cultivares que atendessem aos interesses dos produtores de soja do Paraná. Os mecanismos de difusão dessas cultivares mostraram-se eficientes. A participação das cultivares da Embrapa Soja no total de sementes fiscalizadas comercializadas no Paraná passou de 3%, na safra de 1989–1990 (considerado o marco zero do projeto), para 11%, na safra de 1990–1991 (primeiro ano do projeto), e chegando a 63%, na safra de 1999–2000 (final da fase 2) (Figura 4).

A Figura 5 apresenta a evolução da participação das cultivares da Embrapa Soja comparada às atividades de transferência de tecnologia desenvolvidas no projeto. Verifica-se que, na safra de 1990–1991, foram realizados onze dias de campo, dos quais participaram 3.564 técnicos e produtores. Já no final da fase 2 (safra de 1999–2000), realizaram-se 40 dias de campo, dos quais participaram 19.409 técnicos e produtores.



**Figura 4.** Participação das cultivares da Embrapa Soja em relação às sementes fiscalizadas no Paraná (comparativo anual).

Fonte: Domit et al. (2007).



**Figura 5.** Dias de campo, número de participantes e participação das cultivares da Embrapa Soja no total de sementes fiscalizadas no Paraná, no período de 1989–1990 a 2002–2003.

Fonte: Domit et al. (2007).

Em virtude do aumento da concorrência e do grau de exigência do mercado comprador, houve um processo de concentração das empresas de sementes, que passaram de 145, no início da fase 2, para 99, ao término da fase. Isso correspondeu a uma redução de 32% no número de empresas. Acredita-se que esse declínio esteja relacionado com o aumento da oferta de cultivares de soja desenvolvidas por empresas concorrentes diretamente ligadas a cooperativas de grãos do Paraná, que atendiam a requisitos mais específicos dos sojicultores.

A Tabela 3 apresenta a evolução da produtividade da soja paranaense, juntamente com a participação relativa das cultivares da Embrapa Soja, entre as safras de 1989–1990 e 2002–2003.

Com base nos dados apresentados, a Figura 6 permite comparar a evolução entre a participação das cultivares de soja da Embrapa no total de sementes fiscalizadas cultivadas no Paraná e a produtividade da cultura no Estado no mesmo período. Evidencia-se que o início do cultivo dessas cultivares coincide com a inflexão e o início do aumento da produtividade da lavoura a partir da safra de 1990–1991. Tal observação pode ser corroborada com o coeficiente de correlação linear de Pearson ( $\rho$ ) entre essas duas variáveis (participação das cultivares – variável  $x$ , e produtividade – variável  $y$ ), que apresenta magnitude 0,671<sup>5</sup>. O coeficiente é calculado pela expressão (1):

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

em que  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  é a participação média das cultivares da Embrapa em relação às sementes fiscalizadas entre as safras de 1989–1990 e 2002–2003, enquanto  $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$  expressa a produtividade média da soja no mesmo período.

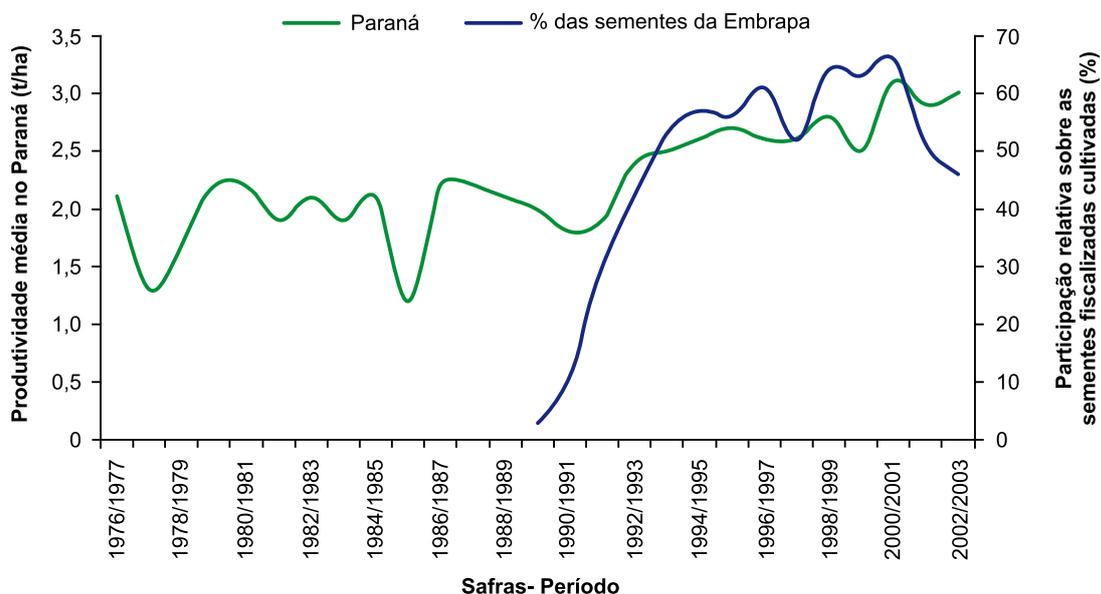
A partir da análise do desempenho na evolução da produtividade agrícola na cultura da soja pode-se identificar a resultante da atu-

**Tabela 3.** Produtividade e participação das cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja para o Paraná.

Safra	Produtividade (t/ha)	Participação da cultivares da Embrapa em relação às sementes fiscalizadas cultivadas no Estado (%)
1989–1990	2,93	3
1990–1991	2,19	11
1991–1992	1,47	30
1992–1993	1,52	42
1993–1994	2,42	53
1994–1995	2,95	57
1995–1996	2,75	56
1996–1997	2,99	61
1997–1998	2,98	52
1998–1999	3,06	64
1999–2000	3,05	63
2000–2001	2,51	66
2001–2002	3,09	51
2002–2003	3,34	46

Fonte: adaptado de Domit et al. (2007) e Ipea (2011).

<sup>5</sup> A correlação varia entre -1 e +1. Quanto mais próximo da unidade positiva, maior é a relação direta entre as variáveis. Valores superiores a 0,7 indicam elevada correlação entre as variáveis.



**Figura 6.** Análise comparativa entre a evolução da produtividade de soja no Paraná e a participação das cultivares da Embrapa Soja na produção de sementes fiscalizadas no Estado.

Fonte: Domit et al. (2007) e Ipea (2011).

ação conjunta entre a Embrapa, as empresas de sementes, os agricultores e os extensionistas, na construção de um ambiente institucional que propiciou um processo contínuo de geração, acumulação e expansão do conhecimento no desenvolvimento de sementes de soja mais produtivas no Estado.

## Conclusões

O presente trabalho analisou a importância da pesquisa agrícola no desenvolvimento da sojicultura no Paraná no período compreendido entre a safra de 1970–1971 e a de 2002–2003, destacando o papel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, cumprido por meio de seus programas de melhoramento genético, que permitiram o desenvolvimento de cultivares de soja para o Estado. A atuação da Embrapa no processo de transferência de tecnologia embasou-se em parcerias público-privadas, que envolveram diretamente os sojicultores. Associado ao contexto econômico e produtivo da soja no Paraná, caracterizado pela elevada taxa de ex-

portação, pelo cultivo em grandes latifúndios e pelo fato de a soja paranaense ser intensiva em tecnologia, foi possível estabelecer um projeto eficiente para a pesquisa e a transferência de cultivares adaptadas às condições endofoclimáticas do Estado.

A análise do processo de difusão tecnológica para as cultivares desenvolvidas pela Embrapa identificou cinco modalidades de aprendizado tecnológico: a interação, o treinamento, a produção e a utilização das sementes. Nesse processo, a Embrapa também divulgou os resultados por meio de campanhas de marketing veiculadas na mídia e em eventos agrícolas. Mereceu destaque o contexto institucional propício à difusão, com destaque para as parcerias entre a Embrapa Soja e a Embrapa Transferência de Tecnologia, juntamente com produtores de sementes e sojicultores. Tal arranjo permitiu um aumento da participação relativa das cultivares da Embrapa na produção de sementes fiscalizadas – de 3% no início do projeto de transferência (safra de 1989–1990) para 64% na safra de 1999–2000.

A difusão da tecnologia promovida pela Embrapa Soja para produtores do Paraná resultou sobretudo no aprendizado tecnológico desencadeado com base nos mecanismos de transferência de tecnologia, inserido num contexto histórico-institucional favorável de incentivo público à expansão da pesquisa e da produção dessa cultura agrícola. Esse processo de difusão representa um caso bem-sucedido de adoção e de implementação de políticas públicas, baseadas no incentivo à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação, em um modelo de parceria público-privada.

Tal modelo remete à abordagem sistêmica da inovação, na qual os elementos (agentes) dos sistemas científico-técnico e produtivo interagem com base num arcabouço institucional capaz de estimular a geração e a difusão de novas tecnologias.

## Referências

- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Comércio exterior: balança comercial brasileira**. 2010. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161>>. Acesso em: 10 jul. 2011.
- BRITTO, J. N. de P. **Características estruturais e modus-operandi das redes de firmas em condições de diversidade tecnológica**. 1999. 350 f. Tese (Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio**. 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 10 jul. 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Soja-Brasil: série histórica de produção: safras 1976/77 a 2009/10**. 2010. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina\\_objcmsconteudos=2#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 28 out. 2010.
- DOMIT, L. A.; PIPOLO, A. E.; MIRANDA, L. C.; GUIMARÃES, M. de F. Transferência de tecnologia para cultivares de soja desenvolvida pela Embrapa Soja para o Paraná. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 1-9, 2007.
- FONSECA, R. B.; SALLES FILHO, S. A agropecuária brasileira. In: CANO, W. (Coord.). **São Paulo no limiar do século XXI**. São Paulo: Secretaria de Planejamento e Gestão, 1992. v. 2, p. 33-55.
- FRANCO, C. Dinâmica da difusão de tecnologia no Sistema Produtivo da Agricultura Brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2002. p. 1-11.
- FURTADO, A. T. Difusão tecnológica: um debate superado? In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 168-192.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Ipeadata macroeconômico**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- JONHSON, B.; LUNDEVALL, B. A. Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ARRANJOS E SISTEMAS PRODUTIVOS LOCAIS E AS NOVAS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E TECNOLÓGICO, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: BNDES, 2000.
- LOURENÇO, G. M. **A economia paranaense nos anos 90: um modelo de interpretação**. Curitiba: Ed. do Autor, 2000. 99 p.
- LUNDEVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Ed.). **Technical change and economic theory**. London, GB: Pinter, 1988. p. 349-369.
- QUEIROZ, S. Aprendizado tecnológico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 193-211.
- ROSENBERG, N. **Tecnologia y economia**. Barcelona: Gustavo Gili, 1979.
- SANTOS, A. B.; BACHA, C. J. C. Evolução diferenciada da lavoura de soja e de seu processamento industrial no Brasil: período 1970 a 1999. **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 123-153, 2002.
- TECNOLOGIAS de produção de soja para a região central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 239 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 6).
- TECNOLOGIAS de produção de soja para a região central do Brasil 2003. Londrina: Embrapa Soja, 2003. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 28 out. 2010.
- TECNOLOGIAS de produção de soja para a região central do Brasil 2009. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 262 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 13).

TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.;  
MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no estado  
do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária  
Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 89-94, 1990.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Oilcrops  
Yearbook 2010**: table 46.xls world oilseed production,  
2005/06-2009/10. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1290>>. Acesso em: 28 out. 2010.

---