

Uma abordagem evolucionista do papel da tecnologia na agricultura

Allan Vieira de Castro Quadros*
Felipe Prince Silva**

ÁREA TEMÁTICA: 7 - Ciência, Pesquisa, Inovações e Transferência de Tecnologia.

Resumo

O presente trabalho propõe uma abordagem evolucionista do papel da tecnologia na agricultura, analisando sua influência sobre a renda dos produtores rurais. Para tal, buscou-se uma análise setorial de acordo com a Economia Evolucionista, atentando para as qualificações necessárias no que diz respeito às especificidades da agricultura. Objetivou-se abordar os impactos da tecnologia de acordo com o tipo de propagação tecnológica predominante em cada tipo de cultura. Em alguns casos, dependendo desta tipologia, constata-se que a indústria de insumos acaba por ter papel fundamental sobre a renda dos produtores. Por esse motivo, foi confeccionado um modelo que retrata a formação de preços na indústria de insumos, tomando como hipótese que, em alguns casos, este é o setor que fornece tecnologia aos produtores e que, por conseguinte, acaba exercendo alguma influência sobre a renda do mesmo. De modo a avaliar empiricamente as constatações no tocante à relação tecnologia – agricultura – renda, foram selecionados dados sobre algumas culturas no Brasil. Por fim, constata-se que, apesar do grande avanço tecnológico da agricultura nas últimas décadas, o incremento produtivo em algumas culturas não implicou em proporcional aumento dos preços recebidos e das margens de lucro dos produtores em função de aumento de custos unitários de produção e outros fatores.

Palavras-chave: agricultura, inovação tecnológica, margem de lucro.

* Mestrando em Desenvolvimento Econômico, IE/ UNICAMP e pesquisador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Política Pública, Estratégia e Desenvolvimento (INCT/PPED); e-mail: avcastro.quadros@gmail.com.

** Mestrando em Desenvolvimento Econômico, IE/ UNICAMP; e-mail: felipe.prince.silva@gmail.com.

Abstract

This paper proposes an evolutionary approach of the role of technology in agriculture, analyzing the effects on grower's income. For this purpose, one developed a sectorial analysis according to Evolutionary Economics with qualifications regarding the specificities of agriculture. One aimed to address the impacts of technology in function of the type of technology propagation prevailing in each crop. In some cases, depending on this typology, raw materials industry turns out to have a fundamental role on grower's markup. For this reason, it was made a model that shows the pricing of inputs in industry, taking as a hypothesis that, in some cases, the sector that provides technology for producers ends up exerting some influence on grower's markup. Seeking to evaluate empirically the findings regarding the relationship between technology, agriculture and markup, it was selected data about some crops in Brazil. Finally, it appears that, despite the great technological advances in agriculture in recent decades, the yield growth has not implicated in a proportional increase in prices received by growers and in their markup due to the increase of unit production costs in some crops.

Keywords: agriculture, technological innovation, markup.

1. Introdução

Se atentarmos para as últimas décadas, verificaremos o grande avanço das tecnologias agrícolas, o que veio a resultar em expressivo crescimento da produção física de alimentos em todo mundo.

Apesar desse notável desenvolvimento da agricultura, ainda é latente a discussão sobre a volatilidade e o estreitamento das margens de lucro dos produtores rurais. Diferente do que prega o pensamento comum, tal processo não é exclusividade dos países em desenvolvimento, mas também dos mais ricos, como EUA e alguns países da Europa. Prova dessa deterioração das margens estão nos altos subsídios destinados a produtores de todo o mundo.

Dentre os vários fatores que explicariam o estreitamento da rentabilidade no campo está a forte concentração industrial à montante e à jusante das cadeias produtivas,

conforme é explicitado por Spraos *apud* Koning; Calo; Jongeneel (2004). Contudo, além da concentração industrial, Koning; Calo; Jongeneel (2004) colocam que a estratégia de ganho de produtividade via aumentos de escala e adoção de tecnologias de última geração acabam acelerando a queda de preços e, conseqüentemente, de rentabilidade. Esta idéia remete ao fenômeno *treadmill* (esteira), do qual Willard Cochrane foi o introdutor em 1958.

Grosso modo, o efeito *treadmill* ocorre à medida que a redução de custos obtida com a nova tecnologia (insumo) é repassada quase que imediatamente para estrutura de preços, devido à forte concorrência-preço das *commodities* e à maior oferta do produto. Seria como uma corrida em uma esteira, na qual os produtores adotam a tecnologia para se manterem praticamente no mesmo lugar¹.

Contudo, Vieira Filho (2009:23) aponta que “nem todo o desenvolvimento tecnológico e geração de novos conhecimentos estão cristalizados nos insumos produtivos”. Uma análise de toda a agricultura como um setor usuário da tecnologia faz-se, portanto, bastante equivocada. Cabe ressaltar que o avanço tecnológico no setor agrícola também depende de instituições públicas de pesquisa e do próprio processo de aprendizado dentro da porteira. Por isso, “embora o conteúdo tecnológico [possa ser] o mesmo, o estoque de conhecimento de cada produtor é decisivo no desempenho produtivo” (VIEIRA FILHO, 2009: 73).

Tal constatação indica que a margem do produtor rural não é uma variável dependente somente do processo de inovação tecnológica da indústria de insumos. Todavia, não se descarta o peso e a influência que esta indústria possa exercer sobre as margens dos produtores rurais. Tanto a concentração à montante quanto o fato de a indústria normalmente ser a fornecedora de uma parte considerável da tecnologia utilizada no campo, permite às indústrias de insumos exercerem uma influência considerável sobre as margens de lucro dos produtores rurais, os quais dependem em certa medida destes insumos.

A partir dessas constatações iniciais, propõe-se realizar uma abordagem setorial dos impactos da tecnologia na agricultura, utilizando as idéias cunhadas por autores

¹ Veiga (1992) faz referência à “feliz” associação feita por Willard Cochrane quando na concepção do conceito de *treadmill* na agricultura. Coloca que o *treadmill* foi um aparelho utilizado até o século XVIII “para transformar o andar humano em força motriz. Os infelizes, normalmente prisioneiros, subiam em pedais fixados em torno de um cilindro, fazendo girar seu eixo, sem que, no entanto, se saísse do lugar” (Veiga, 1992: 93).

evolucionistas. Os estudos evolucionistas de cunho setorial normalmente têm seu foco voltado para a indústria de transformação. Neste artigo, porém, considerar-se-ão as especificidades da agricultura no que se refere a sua trajetória tecnológica.

2. O efeito *treadmill*

Antes mesmo de introduzir o termo *treadmill* na literatura econômica, Cochrane (1955) já estava preocupado com o papel da tecnologia na agricultura. Papel que segundo ele, até então, era ignorado pela economia agrícola. O autor atribuía o grande avanço do produto da agricultura norte-americana entre 1900 e 1920 ao desenvolvimento tecnológico. Portanto, não havia como separar os dois processos.

Entretanto, Cochrane já apontava para os sérios problemas gerados pelo descompasso entre taxa de crescimento da oferta e da demanda por produtos agrícolas. Dentre esses problemas estavam: baixa renda e instabilidade de preços, os quais eram suavizados por ações governamentais, visando controlar a produção e estabilizar o retorno dos produtores. Os governos não vislumbravam outras formas de estabilizar os preços agrícolas sem que se incorresse em pagamentos de subsídios, compras de estoques e outras intervenções (ROBINSON, 1989). E isso ainda se aplica aos dias atuais.

Na medida em que se tornou comum a aquisição de tecnologias novas focadas na maior produtividade em substituição à simples utilização de mais quantidade do mesmo tipo de insumo, tal procedimento passou a ser necessário à manutenção da competitividade do produtor ano após ano. Isso significa que o avanço tecnológico, em alguns casos, passou a pressionar a oferta individual e agregada numa ação de expansão, num contexto de demanda inelástica, produzindo efeitos marcantes também na estrutura de preços (COCHRANE, 1955: 1168-1169).

Essas análises pavimentaram o caminho para a introdução do conceito de *treadmill* por Cochrane em “*Farm Prices: Myth and Reality*” de 1958. Tal fenômeno seria ocasionado da seguinte forma: os primeiros agricultores (vanguarda) a adotarem a nova tecnologia, por reduzirem seus custos de produção e aumentarem a produtividade, ainda conseguem obter lucros, mesmo que por um curto período, enquanto os preços se mantiverem no mesmo patamar. Após o rebaixamento dos preços, resultante da maior oferta, os produtores medíocres (*averages adopters*), que adotam a tecnologia num

segundo momento, o fazem como forma de sobrevivência, pois são obrigados a reduzir seus custos de produção devido aos novos preços (mais baixos) do produto. Já os retardatários (*laggards adopters*), que não conseguiram adquirir a nova tecnologia, seriam espremidos pela espiral preço ao custo de produção antigo e acabariam saindo do mercado (LEVINS; COCHRANE, 1996).

Logicamente, o impacto nos preços pode ser - e normalmente é -, aliviado pela sustentação de estoques, aspectos climáticos, pagamento de subsídios ou ainda por ataques especulativos no mercado de futuros, o que torna difícil a verificação empírica do fenômeno. Ademais, aspectos como o conhecimento acumulado de cada agricultor, tecnologias fornecidas por instituições públicas a baixo custo, bem como tecnologias desenvolvidas dentro da fazenda não dão sustentação ao conceito de *treadmill* como o único processo que explica a trajetória tecnológica na agricultura e seus efeitos sobre o setor como um todo.

Adicionalmente, o cenário recente de aumento crescente da demanda mundial por alimentos - impulsionado especialmente por países populosos e em desenvolvimento como a China, Índia e Brasil -, age de forma contrária à queda de preços provocada pelo incremento tecnológico. Isso contribui para a sustentação das margens dos produtores agrícolas, especialmente das *commodities*, que são comercializadas em bolsas de mercadorias e futuros interligadas a nível mundial e cujos principais *players* são as *tradings* multinacionais e os especuladores financeiros institucionais.

Todavia, defende-se que descartar totalmente o efeito *treadmill* não seja o caso. Em algumas culturas, a opção por insumos para aumento de produtividade é mais evidenciada do que em outras, vide o caso da soja brasileira em que alguns agricultores dependem das sementes transgênicas fornecidas pela Monsanto para manterem-se competitivos. Este exemplo mostra que, embora não seja um padrão geral, em alguns casos é importante levantar a questão sobre os agentes usuários e fornecedores de tecnologia.

Mesmo o *treadmill* não sendo um conceito passível de ser estendido à agricultura como um todo, a análise da obra de Cochrane, indica-nos a necessidade de se avaliar quais os impactos setoriais das novas tecnologias na agricultura, a fim de estudarmos, posteriormente, a forma como se dá a distribuição das margens ao longo de algumas cadeias produtivas no Brasil.

3. Uma abordagem evolucionista do uso da tecnologia na agricultura

Giovanni Dosi e Franco Malerba já chamavam a atenção para a análise das inovações sob uma ótica setorial que permitisse diferenciar a forma de geração das tecnologias e seus impactos sobre os diversos setores e agentes da economia.

Nesse sentido, Malerba (2002) coloca que os agentes, numa perspectiva setorial, são divididos entre fornecedores e usuários de tecnologia, podendo estar envolvidos em processos de troca, competição, comando (verticalização) ou ainda cooperação. Essas várias possibilidades de conexão implicam em diversidade de estruturas de relações tanto de sistema setorial para sistema setorial, bem como dentro do próprio sistema ou cadeia produtiva.

Complementando o argumento de Malerba, Pavitt *apud* Dosi (1988) vai diferenciar os setores e agentes de acordo com a proporção de utilização de cada modelo de avanço tecnológico (Quadro 1).

Quadro 1 – Formas de avanço tecnológico

SETORES MAIS INTENSIVOS EM TECNOLOGIA	TIPO A <i>Processos de pesquisa formais e economicamente dispendiosos.</i>	TIPO B <i>Processos informais de difusão da informação e das competências tecnológicas.</i>
SETORES MENOS INTENSIVOS EM TECNOLOGIA	TIPO C <i>Formas particulares de externalidades associadas ao “learning by doing” e “learning by using”.</i>	TIPO D <i>Adoção da inovação desenvolvida por outras indústrias e incorporada no equipamento de capital e demais insumos (intermediários).</i>

Fonte: Elaborado a partir da classificação de Pavitt apud Dosi (1988).

Da análise do quadro acima, percebemos que a intensidade tecnológica diminui partindo-se da esquerda para direita e de cima para baixo, respectivamente. Destarte, os agentes que concentrarem seus esforços nos tipos “A” e “B” serão supostamente os mais

intensivos em tecnologia, o que não significa que não haja avanço tecnológico através dos outros dois modelos.

A questão central é: em qual forma de avanço tecnológico descrita no quadro anterior a agricultura se encaixa? Se nos guiássemos somente pelo conceito de *treadmill*, responderíamos o tipo D. Todavia, a agricultura possui suas especificidades como um setor econômico e cada tipo de cultura possui também suas particularidades. Se pretendêssemos classificar toda a agricultura, não haveria um único setor. É possível dizer que na agricultura, assim como na indústria – setor para o qual foi desenvolvida a tipologia -, verifica-se as quatro formas de avanço tecnológico descritas no Quadro 1. Identificam-se casos em que se está na vanguarda tecnológica, por exemplo com IAC e EMBRAPA em parceria com produtores, com processos de pesquisa formais e economicamente dispendiosos. E por outro lado, há casos em que o setor agrícola é um mero usuário de tecnologias desenvolvidas pela indústria de insumos, conforme já mencionado.

Ademais, conforme apontado por Vieira Filho (2009), o conhecimento acumulado e a forma como o agricultor se apropria do novo conhecimento serão decisivos em alguns casos. Portanto, sugere-se que a abordagem evolucionista setorial seja utilizada como método de análise para cada cultura.

Para determinada *commodity* agrícola cujas características do setor estejam mais próximas do tipo C e D, a tendência é se caminhar de forma mais rápida para uma queda de preços e rentabilidade.

Apesar de o impacto nos preços oriundo do avanço tecnológico ser de difícil verificação empírica, Schumpeter já colocava que:

“(...) praticamente sempre descobrimos que, no longo prazo, os preços não deixarão de se adaptar ao progresso tecnológico – é freqüente caírem de modo espetacular em resposta a ele [...]” (Schumpeter 1942: 124).

Portanto, no longo prazo, considerando os efeitos da inflação, o crescimento do poder de compra da população e a evolução dos preços nominais, é provável que todos os setores tenham sua estrutura de preços rebaixada (em diferentes intensidades).

No caso de culturas em que o desenvolvimento tecnológico se dá via aquisição de insumos mais modernos da indústria, o rebaixamento dos preços poderia dar-se já em

curto prazo, caso se mantenha todos os outros fatores, como subsídios e especulação, inalterados (*ceteris paribus*). Contudo, é certo que devido ao grande número de variáveis que envolvem a formação dos preços das *commodities*, suspeitamos que tal efeito, a curto prazo, seja suavizado ou, até mesmo, anulado. A nosso ver, o mais importante seria considerar a dinâmica do tipo de avanço tecnológico no comportamento das margens. No Quadro 2, adota-se esta proposição para fazer a comparação entre culturas mais próximas às tipologias A e B e culturas mais próximas a C e D, segundo a classificação de Pavitt *apud* Dosi (1988).

Quadro 2 – Comportamento das margens em resposta ao avanço tecnológico

Setores	Culturas tipo C/D (inovações focadas no aumento de produtividade)		Culturas tipo A/B (inovações em melhoria da qualidade e também produtividade)	
	CP	LP	CP	LP
Comportamento das margens em resposta ao avanço tecnológico	↑ ↓	↓	↑	↓
Causas	Forte concorrência-preço das <i>commodities</i> ; agricultores são usuários das tecnologias – dependência com relação à indústria que pode se apropriar de parte da renda dos produtores -; os primeiros a adotarem aumentam as margens por curtíssimo período; provável difusão rápida	Aumento da oferta; provável difusão rápida	Maiores barreiras à imitação; conhecimento acumulado por cada produtor; difusão mais lenta	Tendência normal de queda em longo prazo

Fonte: elaboração própria.

Ressalta-se que naqueles tipos de culturas mais próximas à classificação A e B as inovações provavelmente estão focadas também em aumento de qualidade. São os casos dos produtos agrícolas diferenciados, como os cafés especiais, por exemplo, em que os

produtores são os principais responsáveis pela inovação, caracterizada como um processo formal e economicamente dispendioso, mas que garante maior renda.

No que se refere às culturas mais próximas aos tipos C e D, devemos vincular as constatações acima, principalmente, ao tempo reduzido, no qual, mesmo os agricultores de vanguarda se beneficiam dos lucros quando da adoção de novas tecnologias. Isto se deve a possíveis pressões sobre a oferta, alto custo de adoção e principalmente a uma relação de dependência com o fornecedor de insumos.

Ressalta-se a questão da relação de dependência, pois isto permitirá à indústria ter maior poder de barganha no estabelecimento dos preços de seus insumos, fazendo com que, muitas vezes defina o seu percentual de lucro baseado na perspectiva de lucro do produtor rural em determinada safra.

De modo a concluir o presente item, sob a ótica setorial, constata-se que a agricultura possui especificidades internas que fazem com que a trajetória tecnológica seja particular em cada cultura. De qualquer forma, destaca-se que a trajetória tecnológica dentro de um tipo específico de cultura influenciará nas margens dos produtores. Em alguns casos, a influência será positiva, em outros, negativa, como sugerimos no item a seguir.

3.1. Formação de preços dos fornecedores de insumos agrícolas

Infere-se que pelo fato de, em algumas culturas, o avanço tecnológico ser propiciado pela indústria de insumos, com foco principalmente em produtividade, a formação de preços na indústria torna-se um fator determinante da margem de lucro dos produtores rurais.

Os fornecedores de insumos agrícolas levam em consideração diversos fatores para a formação dos preços dos produtos comercializados aos produtores (usuários), que resumimos através da equação (1) abaixo:

$$(1) P_i^u = C_i^u * (1 + m_i^s) + \alpha Mp + \beta Kp, \text{ em que:}$$

$$P_i^u = \text{Preço unitário do insumo "i"}$$

$$C_i^u = \text{Custo unitário do insumo "i"}$$

$$m_i^s = \text{margem do setor "s" (indústria) referente ao insumo "i"}$$

Mp = margem de lucro do produtor agrícola demandante do insumo “i”

Kp = grau de capitalização do produtor agrícola demandante do insumo “i”

Sendo que:

$$(2) Mp = Pv - Cp, \text{ em que:}$$

Pv = preço de venda unitário do produto agrícola “p” que utiliza o insumo “i”

Cp = custo unitário do produto agrícola “p” que utiliza o insumo “i”

E ainda:

$$(3) Pv = f(\text{oferta e demanda pelo produto agrícola “p”, } E, G), \text{ em que:}$$

E = fatores macroeconômicos (câmbio, juros)

G = intervenção governamental

$$(4) Cp = f(\text{preços dos fatores de produção, clima})$$

(5) $Kp = f(\text{grau de acesso a mercado de crédito, saldo de caixa acumulado em safras anteriores pelo produtor agrícola})$

Segundo a equação (1), os fornecedores de insumos levam em consideração, para a formação dos preços unitários (P^u_i) de seus insumos comercializados, os seguintes itens: a) Custo unitário de produção do insumo “i” (P^u_i); b) Margem praticada pelo setor referente ao insumo comercializado (m^s_i , margem do setor “s”, referente ao insumo “i”²), c) Margem de lucro do produtor agrícola (usuário do insumo) e d) Grau de capitalização do produtor agrícola, usuário do insumo “i”.

Essa primeira parte da equação é utilizada por vários autores, com o conceito de *markup*, em que a empresa atribui uma margem de lucro sobre o custo unitário do produto a ser comercializado, margem essa que, conforme já citado, depende do setor e do produto fabricado.

No entanto, queremos chamar a atenção para a dependência da formação de preço da indústria de insumos (fornecedor) em relação à situação econômica do produtor agrícola (usuário). Na equação (1), essa dependência aparece através dos itens: “Mp”, que é a margem de lucro do produtor agrícola, obtida através do processo de produção (atividade “*in farm*”) e “Kp”, que denominamos “*grau de capitalização do produtor agrícola*”. A margem de lucro do produtor agrícola depende da diferença entre “Pv”, que é

² Essa margem depende do setor analisado. Para o agronegócio, podemos dividir os setores em: agroquímicos, fertilizantes sólidos, fertilizantes líquidos e sementes. Destaca-se também que a margem dentro de um mesmo setor varia de acordo com a especificidade do produto comercializado e de produtos similares fabricados por empresas concorrentes.

o preço de venda unitário do produto agrícola e “Cp”, que é o custo unitário do produto agrícola que utiliza o insumo “i”, conforme demonstrado na equação (2). Quanto ao grau de capitalização do produtor agrícola, essa é função do grau de acesso ao mercado de crédito pelo produtor³ e do saldo de caixa acumulado em safras anteriores, conforme expresso na função (5).

Destacamos que os coeficientes α e β serão sempre positivos na equação (1), ou seja, quanto maior for a margem de lucro do produtor rural e o seu grau de capitalização, maior será o preço de venda do insumo agrícola praticado pelo fornecedor para aquela cultura.

Em relação à equação (3), observamos que o preço de venda unitário do produto agrícola depende da relação entre a oferta e a demanda⁴ do produto agrícola produzido, fatores macroeconômicos (expresso por “E” na equação (3)), tais como taxa de câmbio e taxa de juros⁵ e a intervenção governamental (“G”). A intervenção governamental ocorre em diversas linhas, predominantemente através de compras para equalização de preços e formação de estoques, operacionalizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) no Brasil⁶.

Segundo a equação (4), os custos de produção agrícola dependem dos custos dos fatores de produção do setor (terra, insumos e mão-de-obra) e das condições climáticas. Enumeramos as condições climáticas porque, em caso de quebras de safras por adversidades dessa natureza, o custo por unidade produzida pelo produtor pode subir significativamente, já que, para uma mesma quantidade de capital imobilizado por unidade

³ Destaca-se que o acesso ao mercado de crédito não ocorre exclusivamente através do sistema bancário, mas também através de linhas oferecidas pelos próprios fornecedores de insumos e pelas *tradings* que comercializam a produção (linhas de financiamento dos setores a montante e a jusante).

⁴ No caso dos *tradables* exportados, o preço depende não apenas da relação entre oferta e demanda doméstica, mas também da relação entre oferta e demanda no mercado internacional.

⁵ Para os produtos que são predominantemente voltados para o mercado externo, tais como a soja e o algodão no Brasil, a taxa de câmbio interfere no preço, em R\$, recebido pelo produtor agrícola. Quanto à taxa de juros, pode interferir de diversas formas na liquidez do setor, em que podemos citar como exemplo o acesso a linhas de crédito para exportação obtidas pelas *tradings*, que intermedeiam a transação entre o produtor agrícola e o consumidor final.

⁶ Alguns dos instrumentos utilizados pela CONAB são: PEP (Prêmio para Escoamento do Produto), PEPRO (Prêmio Equalizador Pago ao Produtor) e os Contratos de Opção de Compra. A intervenção governamental também pode ocorrer através de políticas fiscais e de crédito que interfiram nas decisões de produção dos produtores.

de área, teremos um montante de produção realizado abaixo do montante de produção esperado⁷.

De forma resumida, o que queremos ilustrar com a equação (1) é a diversidade de fatores que influenciam as decisões dos gestores das empresas fornecedoras de insumos agrícolas no momento do estabelecimento dos preços que serão praticados no mercado junto aos produtores agrícolas (usuários). De forma resumida, há uma forte dependência em relação à situação do produtor agrícola (usuário do insumo), fatores macroeconômicos, conjunturais (oferta e demanda) e da própria situação climática.

Em relação à demanda pelos insumos, é importante citar Stock; Brandt; Cipriano (1984), que, através de levantamento de dados entre as décadas de 1960 a 1980, indicaram que, no curto prazo, os níveis de utilização de insumos agrícolas modernos são influenciados por variações nos níveis de preços efetivos desses insumos. Em outras palavras, maiores preços reais dos insumos aos produtores implicam em diminuição da utilização dos mesmos. Nesse estudo, ainda foi constatado que esse efeito é mais acentuado nos mercados de defensivos, rações balanceadas, corretivos e fertilizantes e menos acentuados nos mercados de sementes melhoradas e de tratores.

4. Resultados e Discussão

4.1. Evolução do PIB do Agronegócio no Brasil

Ainda sob uma abordagem evolucionista, neste item, buscaremos comprovar, através de dados obtidos junto a organismos como FGV (Fundação Getúlio Vargas), CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) e CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), como a margem do produtor agrícola brasileiro variou nos últimos anos, em função de fatores como: preços recebidos, produtividade das culturas e custos de produção.

No Brasil, é possível verificar que a participação da renda dos produtores agrícolas (*in farm income*) na composição total do PIB do Agronegócio⁸ cresceu a uma taxa menor

⁷ O Seguro Agrícola é um instrumento que mitiga o risco de renda do produtor agrícola no caso de frustrações de safras. No entanto, é um fator que apresenta ainda baixa abrangência no setor, sendo concentrado em poucas regiões e em poucas culturas cultivadas.

⁸ O PIB do Agronegócio é calculado conjuntamente pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) e pela CNA (Confederação Nacional da Agricultura), e visa mensurar o Produto Interno

que a taxa de crescimento da indústria de insumos, que em alguns casos concentra as inovações tecnológicas. Nesse último setor destaca-se a indústria de sementes, que fornece tecnologia de ponta (biotecnologia), através da adoção de variedades geneticamente modificadas e de alta tecnologia e resultado produtivo.

Enquanto o PIB do Agronegócio cresceu a uma taxa anual de 2,14% entre 1994 e 2008, as taxas de crescimento dos demais segmentos da cadeia foram de: 4,29% para os insumos, 2,89% para os produtores (*in farm income*), 1,63% para a indústria processadora e 1,65% para a distribuição.

Tabela 1 – Evolução do PIB do Agronegócio no Brasil - R\$ milhões (a preços de 2008)

Setor	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Insumos	31.738	30.239	31.353	31.257	32.853	34.550	34.194	36.165
Agricultura	77.787	77.811	77.379	77.226	81.272	77.071	71.572	77.678
Indústria	157.835	168.320	159.265	161.939	153.069	157.551	159.120	156.965
Distribuição	133.568	131.756	136.515	134.845	134.527	133.038	129.140	130.730
Total	400.928	408.126	404.512	405.267	401.722	402.209	394.027	401.539
% Insumos	7,9%	7,4%	7,8%	7,7%	8,2%	8,6%	8,7%	9,0%
% Agricultura	19,4%	19,1%	19,1%	19,1%	20,2%	19,2%	18,2%	19,3%

(continua...)

Continuação Tabela 1 – Evolução do PIB do Agronegócio no Brasil – R\$ milhões

Setor	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Insumos	42.119	48.507	48.989	41.610	41.092	46.792	57.127
Agricultura	91.606	106.223	104.379	88.241	88.008	98.797	115.935
Indústria	167.376	173.390	182.757	183.701	191.247	198.542	197.985
Distribuição	143.202	150.169	156.017	150.154	155.563	164.056	168.042
Total	444.304	478.289	492.141	463.705	475.910	508.187	539.089
% Insumos	9,5%	10,1%	10,0%	9,0%	8,6%	9,2%	10,6%
% Agricultura	20,6%	22,2%	21,2%	19,0%	18,5%	19,4%	21,5%

Fonte: CEPEA/ESALQ.

Ainda em relação ao segmento de insumos, que é dividido entre três indústrias, a saber, defensivos, fertilizantes e sementes, é possível verificar pela Tabela 2 que o preço médio pago pelos produtores na compra das sementes, insumo que concentra grande parte das inovações tecnológicas para algumas culturas, apresentou incremento de 487% entre 1994 e 2010. Os preços dos fertilizantes foram os que apresentaram maior crescimento no

Bruto dos segmentos que compõem a cadeia do Agronegócio separados em: insumos, produção, indústria e distribuição.

período: 492%. O índice de preço pago aos agroquímicos foi o que menos cresceu no período: 347%.

É importante destacar que os preços dos fertilizantes sólidos foram influenciados pelo aumento do preço do petróleo no final de 2007 e início de 2008⁹, com a crise econômica mundial, que influenciou o preço do nitrogênio (item “N” da composição N-P-K, “Nitrogênio”, “Fósforo” e “Potássio”). Quanto aos defensivos, os preços não subiram tanto em função do câmbio valorizado a partir do início de 2007 e da maior abertura do Brasil a produtos estrangeiros, com a maior importação de agroquímicos, especialmente da China¹⁰.

Tabela 2 – Preço médio dos insumos agrícolas pago pelo produtor (Índice 1994 = 100)

Ano	Defensivos	Fertilizantes	Sementes
1994	100	100	100
1995	149	160	153
1996	162	190	172
1997	172	197	186
1998	183	197	197
1999	231	239	218
2000	265	268	229
2001	280	289	248
2002	329	336	317
2003	399	446	426
2004	434	515	475
2005	438	501	493
2006	423	465	481
2007	418	490	481
2008	409	669	547
2009	437	671	582
2010*	447	592	587

(*até junho/2010)

Fonte: FGV

4.2. Evolução da margem do produtor agrícola no Brasil: análise de cinco culturas

⁹ A cotação do petróleo no mercado internacional passou de US\$ 68,19/barril em junho/07 para US\$ 132,55/barril em julho/08, mês de maior valor no momento da crise, segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI).

¹⁰ Um exemplo é o *Round Up*, da Monsanto, cujo princípio ativo é o glifosato. Segundo dados do IEA (Instituto de Economia Agrícola), o preço do litro do *Round Up* passou de R\$ 17,65 em abril/08 para R\$ 12,60 em outubro/10 no estado de São Paulo.

Nesta seção, faremos uma análise da evolução da margem dos produtores agrícolas de cinco culturas no Brasil, a saber, soja, milho verão, algodão, trigo e arroz sequeiro, no período compreendido entre as Safras 1998/99 e 2009/10.

O cálculo da margem foi obtido através da diferença entre o preço médio de venda do produto agrícola e os custos operacionais de produção, em R\$ por unidade de venda (R\$ por saca de 60 quilos para as culturas de soja, milho verão e trigo, R\$ por saca de 50 quilos para o arroz e R\$ por 15 quilos de pluma, para a cultura do algodão). Os custos operacionais foram obtidos através de levantamento de dados junto à Companhia Nacional de Abastecimento. Quanto à produtividade média, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o preço médio foi obtido através de dados junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA/USP). A taxa de inflação considerada no período para o cálculo das variações reais foi o IPCA acumulado (IBGE) entre janeiro de 1999 e janeiro de 2010, que foi de 107,04%.

Tabela 3 – Evolução da rentabilidade do produtor de soja no Brasil

SOJA					
SAFRA	Custos Operacionais ¹ (R\$/ha)	Produtividade média ² (scs/ha)	Custo Op. (R\$/saca)	Preço médio ³ (R\$/saca)	Lucro Operacional (R\$/saca)
1998/99	365,59	39,53	9,25	9,40	0,15
1999/00	525,20	40,05	13,11	13,00	-0,11
2000/01	512,42	45,17	11,35	13,20	1,85
2001/02	558,96	42,88	13,03	19,50	6,47
2002/03	568,21	46,70	12,17	32,65	20,48
2003/04	857,57	38,33	22,37	37,00	14,63
2004/05	998,01	37,17	26,85	28,40	1,55
2005/06	1.076,16	39,65	27,14	22,10	-5,04
2006/07	935,11	46,88	19,95	22,35	2,40
2007/08	902,76	46,93	19,23	33,80	14,57
2008/09	1.198,70	43,93	27,28	39,80	12,52
2009/10	1.214,20	48,78	24,89	35,35	10,46
Varição nominal	232,12%	23,40%	169,15%	276,06%	
Varição real	125,08%		62,10%	169,02%	

Fonte: CONAB, IBGE e CEPEA/USP.

A tabela 3 mostra que o preço médio da soja (em R\$ por saca de 60 quilos) apresentou variação real de 169,02% no período analisado, ficando acima da variação do custo operacional da saca produzida, que foi de 62,1%. Observa-se um aumento de 23,4% na produtividade média da cultura e, na Safra 2009/10, o lucro operacional da saca no Brasil foi de R\$ 10,46/saca¹¹.

Tabela 4 – Evolução da rentabilidade do produtor de milho verão no Brasil

MILHO VERÃO					
SAFRA	Custos Operacionais ¹(R\$/ha)	Produtividade média ² (scs/ha)	Custo Op. (R\$/saca)	Preço médio ³ (R\$/saca)	Lucro Operacional (R\$/saca)
1998/99	458,44	45,38	10,10	9,17	-0,93
1999/00	589,19	46,90	12,56	11,72	-0,84
2000/01	586,22	56,63	10,35	10,49	0,14
2001/02	659,43	51,50	12,80	12,00	-0,81
2002/03	755,19	59,70	12,65	18,83	6,18
2003/04	888,42	55,57	15,99	16,87	0,89
2004/05	1.069,34	50,43	21,20	16,23	-4,97
2005/06	1.090,07	54,92	19,85	14,16	-5,69
2006/07	894,50	64,25	13,92	16,01	2,09
2007/08	984,03	69,13	14,23	21,53	7,29
2008/09	1.390,41	60,50	22,98	18,79	-4,19
2009/10	1.650,23	73,53	22,44	16,00	-6,44
Varição nominal	259,97%	62,05%	122,13%	74,46%	
Varição real	152,92%		15,09%	-32,58%	

Fonte: CONAB, IBGE e CEPEA/USP.

Quanto ao milho verão, observamos o movimento contrário do ocorrido na soja, já que o preço médio apresentou uma variação real negativa (-32,58%), enquanto o custo operacional apresentou uma variação positiva de 15,09%. Dessa forma, houve queda do lucro operacional do produtor no Brasil.

A mesma análise foi feita para as três demais culturas. Abaixo, apresentamos uma tabela de resumo, contendo a variação real dos itens analisados no período em questão.

¹¹ Destaca-se que, pela metodologia utilizada, esse é um valor médio para o Brasil, tendo significativas variações entre as diferentes regiões produtoras do grão e, inclusive, entre os próprios produtores de uma mesma região, em função da gestão de custos, contratos de comercialização e produtividade média obtida.

Tabela 5 – Resumo da variação real dos custos, produtividade e preço médio das culturas selecionadas entre as Safras 1998/99 e 2009/10 no Brasil

RESUMO - CULTURAS - Variação Real				
SAFRA	Custos Operacionais (R\$/ha)	Produtividade média (scs/ha)	Custo Op. (R\$/saca)	Preço médio (R\$/saca)
SOJA	125,08%	23,40%	62,10%	169,02%
MILHO VERÃO	152,92%	62,05%	15,09%	-32,58%
ALGODÃO	21,17%	69,66%	-72,53%	29,56%
TRIGO	142,48%	5,64%	123,83%	-10,50%
ARROZ SEQUEIRO	63,44%	38,84%	-12,23%	52,36%

Fonte: CONAB, IBGE e CEPEA/USP

Observa-se pela tabela acima que, para as culturas da soja, algodão e arroz sequeiro, os preços médios de venda apresentaram variação maior que as variações reais de custos operacionais. Dessa forma, houve incremento da margem de lucro do produtor para essas culturas no período analisado. Para a soja e o algodão, esses resultados foram influenciados pelo aumento da cotação dos produtos no mercado internacional a partir do início de 2010.

Por outro lado, para as culturas do milho verão e trigo, houve uma variação real negativa nos preços, respectivamente, de -32,58% e -10,5%. Quanto aos custos operacionais, por sua vez, apresentaram variação real positiva de 15,09% e 123,83%, o que significa que houve queda do lucro operacional dessas culturas no Brasil no período analisado. O estoque de milho nas Safras 2007 e 2008/09 estavam altos¹² e a oferta cresceu acima da demanda, principalmente com aumento da área cultivada de milho safrinha (segunda safra). Para o trigo, também houve queda da demanda do produto no mercado interno, em função de fatores fiscais e estruturais do setor, em decorrência de maior demanda por trigo produzido por países da América do Sul e também dos EUA, que apresentam melhor qualidade e menor preço (mesmo importado), o que impactou negativamente na margem do produtor brasileiro.

Dessa forma, além de sofrer influência em sua margem através do fator preço, devemos destacar os fatores relacionados à produtividade e aos custos de insumos, que estão intimamente ligados à tecnologia empregada. É importante, ainda, relacionar a volatilidade da margem a fatores não controlados pelo produtor, como quebras de safra em

¹² Segundo dados da CONAB, o estoque final da Safra 2007/08 foi de 11,3 milhões de toneladas. Para a Safra 2008/09, o estoque final foi de 10,4 milhões de toneladas. Para a Safra 2006/07, o estoque era de 2,5 milhões de toneladas.

função de riscos climáticos e demanda pelo produto nos mercados doméstico e internacional. Nesse contexto de volatilidade e conforme mencionado ao início de nosso trabalho, surge então o papel do governo como regulador da renda do setor, através da adoção de políticas de preços¹³, comercialização e do seguro agrícola.

4. Conclusões

Da análise de todas as peças que compuseram nosso estudo, fica evidente a particularidade que o avanço tecnológico apresenta na agricultura. Em alguns casos a tecnologia pode levar a um estreitamento das margens dos produtores, ao passo que, em outros, possibilita o aumento da renda. Por isso, é necessária uma abordagem setorial analisando a característica da difusão tecnológica em cada cultura.

Seja no caso de usuário ou no de principal agente inovador, a experiência e conhecimento de cada agricultor poderá influenciar bastante na utilização da tecnologia e em seus impactos sobre a renda agrícola. Mesmo levando estes aspectos em consideração, ressalta-se que o fato de ser usuário de tecnologias ou inovador pode ser analisado por meio de uma ótica setorial que aponte tendências ou impactos mais gerais da tecnologia sobre a renda de um segmento ou cultura, auxiliando, por exemplo, na confecção de políticas para o setor.

Referências Bibliográficas

CEPEA/ESALQ. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br>. Consulta à seção: “PIB do Agronegócio” Acesso em: nov. 2010.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Consulta à seção: “Central de Informações Agropecuárias”. Acesso em nov. 2010.

¹³ No Brasil, a política de preços adotada é o PGPM (Política de Garantia de Preços Mínimos), que garante ao produtor, antes do início do cultivo da colheita, o pagamento de um preço mínimo estabelecido, caso o preço de mercado esteja abaixo desse preço. Duas importantes políticas de comercialização no Brasil são o PEPRO (Prêmio Equalizador Pago ao Produtor) e PEP (Prêmio de Escoamento da Produção), ambos operacionalizados pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). No início de 2011, o Banco do Brasil começou a oferecer aos produtores a contratação de seguros de preços, junto a companhias de seguro.

COCHRANE, W. W. *Conceptualizing the Supply Relation in Agriculture*. **Journal of Farm Economics**, Vol. 37, No. 5, Proceedings Number (Dec., 1955), pp. 1161- 1176.

DOSI, G. *Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation*. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, Sept., 1988.

IPEADATA. **Central de consulta de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em nov. 2010.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Consulta a base de dados de preços de defensivos**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em abr. 2011.

KONING, N.; CALO, M.; JONGENEEL, R. **Fair trade in tropical crops is possible: international commodity agreements revisited**. North-South Centre, Discussion paper no. 3.(Working paper), Wageningen University and Research Centre, Netherlands, June 2004.

LEVINS R. A.; COCHRANE. *The treadmill revisited*. **Land Economics**, Vol. 72, No. 4. (Nov., 1996), pp. 550-553.

MALERBA, F. *Sectoral systems of innovation and production*. **Research Policy**, Sussex, v.31, p.247-264, 2002.

RAMOS, P. Referencial teórico e analítico sobre a Agropecuária Brasileira, in: **Dimensões do Agronegócio Brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**, NEAD Estudo, 2007.

ROBINSON, K. L. *Farm Prices: Myth and Reality by Willard W. Cochrane*. **American Journal of Agricultural Economics**, Vol. 71, No. 1 (Feb., 1989), pp. 223-224.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Abril Cultural, 1985, (original 1942).

STOCK, L. A.; BRANDT S. A.; CIPRIANO, J. O mercado de insumos agrícolas modernos: experiência, demanda e difusão, Rio de Janeiro: **Revista Pesquisa e Planejamento Econômico**, 1984.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Inovação tecnológica e aprendizado agrícola: uma abordagem Shumpeteriana**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP: [s.n.], 2009.