

# DETERMINANTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA "PLANTIO DIRETO" NA CULTURA DA SOJA EM GOIÁS<sup>1</sup>

*Simone Pereira da Silva<sup>2</sup>  
Erly Cardoso Teixeira<sup>3</sup>*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar os fatores que determinam a probabilidade de adoção da tecnologia de plantio direto na cultura da soja no Estado de Goiás. O instrumento metodológico utilizado na indicação desses fatores baseia-se na estimação, pelo método da Máxima Verossimilhança, do modelo logit. Constatou-se que as variáveis treinamento, rentabilidade, área, produtividade, investimento e capital próprio determinam a adoção da tecnologia de plantio direto. A probabilidade de adoção aumenta consideravelmente com treinamento e rentabilidade, quando analisado o conjunto das variáveis que determinam a adoção do plantio direto.

**Palavras-chave:** Soja, modernização tecnológica, Goiás.

## 1. Introdução

O desenvolvimento da agricultura baseou-se em modelos agrícolas de regiões mais antigas e desenvolvidas que tinham caráter produtivista, ou seja, que visavam ao aumento da produção com uso

---

<sup>1</sup> Trabalho financiado em parte com recursos do CNPq.

<sup>2</sup> M. Sc. e Professora da Faculdade Alves Faria – Goiânia – GO. E-mail: [simone@alfa.br](mailto:simone@alfa.br).

<sup>3</sup> Ph. D. e Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [teixeira@ufv.br](mailto:teixeira@ufv.br).

Recebido em 08/10/2001 Aceito em 01/11/2001

de tecnologias (mecânicas e bioquímicas), sem maior preocupação com o meio ambiente. O tipo de plantio da cultura da soja, realizado nas décadas de 70 e 80, ficou conhecido como sistema de plantio convencional, caracterizado pelo preparo do solo para plantio com diversas operações mecanizadas, em média de 9 a 12 operações, do início ao fim da safra.

A exposição regular do solo provoca erosão, POIS não há nenhuma cobertura que o proteja no período em que as chuvas são intensas, principalmente no início do plantio. Em decorrência da erosão, o assoreamento dos rios é inevitável, provocando desequilíbrio no meio ambiente.

Para sanar esses problemas e desenvolver uma agricultura sustentável que implicasse redução do desequilíbrio ambiental, passou-se a substituir os processos convencionais de exploração por técnicas consideradas sustentáveis, para minimizar as perdas de solo e nutrientes e os custos de produção e maximizar a produtividade das culturas, mantendo e reciclando nutrientes e otimizando o uso dos recursos hídricos e de energia, tanto pela planta como pelo homem.

Dentre as técnicas consideradas sustentáveis, podem-se citar o cultivo em áreas com terraços em nível, o manejo de microbacias hidrográficas, a rotação de culturas, o cultivo mínimo, a adubação verde e o manejo integrado de pragas e doenças mais o plantio direto.

A introdução do cultivo plantio direto ocorreu no Brasil a partir do final da década de 80. Apesar de não haver registros de quando houve esse primeiro tipo de plantio no Estado de Goiás, sabe-se que os primeiros ensaios ocorreram em 1988.

Essa nova tecnologia, baseada na ausência de preparo do solo, com presença de cobertura vegetal permanente, favorece um ambiente de desenvolvimento sustentável para a agricultura, ou seja, a exploração da terra em equilíbrio com a natureza. Em média, há de quatro a seis operações mecanizadas durante o ciclo da cultura (dessecação das ervas, aplicação de fertilizante, plantio, aplicação de defensivos e

colheita), porém não há o revolvimento da terra. Assim, esse sistema reduz a interferência na estrutura física e biológica do solo, pois mantém-se uma cobertura morta de resíduos e o solo torna-se menos suscetível à erosão.

Segundo a EMBRAPA Milho e Sorgo (2000), a utilização do plantio direto na região dos Cerrados, onde os solos estão empobrecendo em decorrência da erosão e degradação de pastagens, reduziu em 7,3 vezes a perda de solo e em 3,2 vezes a perda de água, em comparação com o plantio tradicional.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar os fatores que determinam a adoção da tecnologia de plantio direto pelos sojicultores, na microrregião sudoeste de Goiás. Especificamente, pretendeu-se determinar a relevância do capital próprio, da lucratividade da cultura da soja e de treinamento na adoção da tecnologia de plantio direto.

## **2. Modernização da Agricultura**

A modernização da agricultura, representada pelo uso de novos fatores de produção, tem buscado superar as reduções na margem de lucro da cultura provocadas mais pela queda acentuada dos preços dos produtos do que pela queda nos preços dos insumos. A relação entre os índices de preços pagos e preços recebidos pela soja no Brasil, no período de 1986 a 1999, elevou-se em 2,53% a.a. (Fundação Getúlio Vargas, 2000), o que demonstra a situação desfavorável que o agricultor vem enfrentando, dada a redução da margem de lucro.

Para Alves (1980), a produtividade da agricultura é decorrente dos avanços tecnológicos possibilitados pela pesquisa no país ou no exterior. Esses avanços tornam-se perceptíveis por meio da produção de novos insumos como sementes melhoradas, defensivos, maquinários etc. Para geração e uso desse novo conjunto de fatores, elementos como pesquisas tecnológicas, serviço de extensão rural, estrutura

fundiária, nível educacional, política de crédito agrícola, capitalização do agricultor, preços de insumos e do produto são tidos como propiciadores da inovação tecnológica.

Teixeira (1991) afirmou que entre as variáveis que podem favorecer a adoção de uma nova técnica agrícola está a disponibilidade de capital próprio do produtor. Aliás, esta é a variável por ele considerada como a mais importante, ou seja, o produtor tende a investir em fatores produtivos modernos quando possui capital próprio disponível obtido por uma rentabilidade satisfatória e estável no tempo.

O interesse pelo processo de modernização da agricultura é amplamente discutido na literatura econômica, visto que ocupa a atenção de destacados pesquisadores, como Schultz (1965), que desenvolveu o modelo denominado Insumos Modernos e o de Impacto Urbano-Industrial. DE Janvry (1978), aborda que o processo de geração tecnológica é tido como dinâmico, interativo e com participação ativa na estrutura socioeconômica e político-burocrática. Já Hayami e Huttan (1988) descreveram o modelo de desenvolvimento denominado Inovação Induzida; Solow (1993) procurou explicar o caso de mudança tecnológica neutra via tecnologia incorporada, enquanto Hicks, segundo Binswanger (1978), tratou a mudança tecnológica como viesada ou não-neutra, apresentando-se como proveniente de mudanças nos preços dos fatores que, por sua vez, leva à aplicação daqueles fatores cujo preço tenha se tornado mais barato em relação aos demais.

### **3. Características dos Produtores de Soja com Plantios Convencional e Direto no Estado de Goiás**

Da população sojicultora, 38,4% utiliza o sistema de plantio convencional e 61,6%, o sistema de plantio direto. A área média das propriedades é de 626,82 hectares, com amplitude de 24,2 a 2.500

hectares. A área média com exploração da soja é de 591,26 hectares, com amplitude de 18 a 4.490 hectares. Dos produtores, 63,2% plantam em áreas próprias e em áreas arrendadas.

Na Tabela 1 é apresentada a estratificação das propriedades. As colunas (1), (3) e (5) correspondem às áreas com plantio convencional. As colunas (2), (4) e (6) correspondem às áreas com plantio direto.

Tabela 1 - Estratificação das áreas das propriedades exploradoras da cultura da soja, Estado de Goiás, 1999

Hectares	Área da Propriedade		Área Arrendada		Área Total com Soja	
	Convencional (1)	Direto (2)	Convencional (3)	Direto (4)	Convencional (5)	Direto (6)
1 - 100	45,2%	14,1%	43,8%	19,1%	41,7%	7,8%
101 - 500	42,8%	40,6%	43,8%	42,6%	47,9%	46,7%
501 - 1.000	7,2%	14,1%	12,4%	27,7%	8,3%	20,8%
1001 - acima	4,8%	31,2%	0,00%	10,6%	2,1%	24,7%

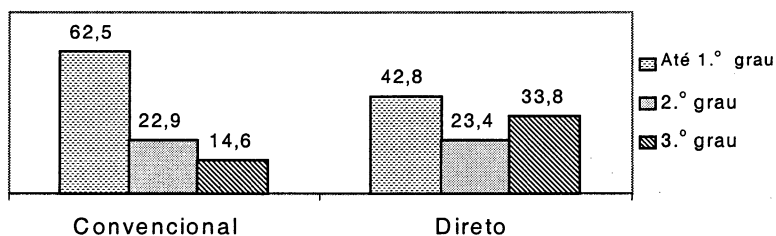
Fonte: dados da pesquisa.

Obs.: a área da propriedade é definida como o total de terras, em hectares, que o produtor possui. A área arrendada é o total que o produtor arrenda para exploração da cultura da soja, e a área total com soja corresponde à soma da área própria e arrendada para o cultivo da soja.

Pode-se constatar que, à medida que aumentam a área da propriedade, a área arrendada e a total explorada com soja, ocorrem redução da área cultivada com plantio convencional e aumento no uso da tecnologia de plantio direto, ou seja, a área da propriedade parece influenciar o uso da tecnologia de plantio direto.

A tomada de decisão sempre é feita pelo produtor, mesmo quando há gerentes na propriedade. Em 6,3% das propriedades com plantio convencional e em 27,3% daquelas com plantio direto, há gerentes.

Na Figura 1, pode-se observar a escolaridade dos produtores em percentuais.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 1 - Escolaridade dos produtores em %, de acordo com o tipo de plantio, na cultura da soja, Estado de Goiás, 1999.

No sistema convencional, estes não têm nenhuma formação técnica, já no sistema de plantio direto, do total de gerentes, 24% possuem formação escolar, em que 9% são técnicos agrícolas, 9% são agrônomos e 5,4% são administradores de empresas (5%).

Verificou-se que os produtores adeptos do plantio direto apresentam menor idade média e mais anos de experiência, ou seja, trabalham há mais tempo com essa atividade do que os de plantio convencional.

#### 4. Metodologia

Os dados utilizados neste trabalho são primários, obtidos por meio de formulários estruturados, aplicados aos produtores de soja na microrregião sudoeste de Goiás, no segundo semestre de 1999. A amostra, composta por 127 sojicultores, é definida pelo critério da amostragem aleatória simples, a partir de informações da população do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (1999).

A partir da compreensão das teorias de desenvolvimento agrícola apresentadas, foi possível definir algumas das variáveis mais importantes para o estudo da probabilidade da adoção de tecnologia de plantio direto. Para verificar a influência das variáveis estudadas sobre a probabilidade de adoção do plantio direto, foi especificado o modelo apresentado a seguir, em que a variável dependente admite valores discretos, zero e 1. Um dos objetivos para utilização de modelos de respostas binárias é associar a sua utilização como suporte à identificação da probabilidade de que um indivíduo, com determinado conjunto de atributos, venha tomar determinada decisão sobre dado evento (Amemiya, 1981).

O modelo *logit* usa a função de distribuição acumulada logística, que é dada por

$$L(X_i' \beta) = \frac{1}{1 + e^{-X_i' \beta}} \quad (1)$$

em que  $L$  representa a função logística cumulativa,  $X_i'$  é o vetor de variáveis independentes,  $\beta$  é o vetor de parâmetros e  $e$  representa a base do logaritmo natural.

Na tomada de decisão sobre o tipo de sistema a ser usado, plantio convencional ou direto, admite-se que o produtor avalie as vantagens e desvantagens da adoção e, ou, as facilidades correspondentes à decisão de adotar um ou outro tipo de plantio. Como os parâmetros dessa decisão não são observáveis para cada propriedade  $i$ , pode-se estimar uma variável latente ou não observada,  $y^*$ , como

$$Y^*_i = \beta' X_i + u_i \quad (2)$$

em que  $Y^*_i$  é a variável dependente,  $i = 1, \dots, n$ ;  $\beta$  é o parâmetro;  $X_i$  é o conjunto de variáveis explicativas; e  $u_i$  é o erro aleatório.

O padrão de adoção observado pode ser descrito pela variável

binária,  $Y_i$ , tal que  $y_i = 1$  se o produtor adota o sistema de plantio direto e  $y_i = 0$  se não o adota, ou seja, se utiliza o sistema de plantio convencional. Os valores observados de  $y$  estão relacionados com os valores estimados  $y^*$ , como mostrado a seguir:

$y_i = 1$ , se  $y_i^* > 0$ ; e,  $y_i = 0$ , se  $y_i^* \leq 0$ ; e

$$\text{Prob}(y_i = 1) = \text{Prob}(y_i^* > 0) = \text{Prob}(u_i > -\beta' X_i) = L(\beta' X_i). \quad (3)$$

O modelo é estimado pelo Método de Máxima Verossimilhança.

A probabilidade de adoção do sistema de plantio direto (a) e a probabilidade de não-adoção do plantio direto (b) são calculadas da seguinte forma:

$$(a) P_i = \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}} \quad e \quad (b) 1 - P_i = \frac{e^{-X_i\beta}}{1 + e^{-X_i\beta}} \quad (4)$$

em que  $P_i$  é igual à probabilidade de adoção do plantio direto;  $1 - P_i$  corresponde à probabilidade de não-adoção do plantio direto;  $X_i$ , descreve as variáveis explicativas do modelo; e  $\beta$ , o coeficiente estimado para cada variável explicativa.

As variáveis consideradas no modelo são as seguintes: a) variável dependente: CD = variável binária, com valor zero para plantio convencional e 1 para plantio direto; b) variáveis independentes: ESCO = anos de escolaridade dos produtores; TREIN = treinamento, variável binária com valor zero para quem não o recebeu e 1 para quem já o recebeu; ASSI = número de visitas técnicas que os produtores recebem, em média, durante o ano agrícola; ÁREA = total de hectares explorados com a cultura; PROD = produtividade da cultura, medida em sacos por hectares; RENT = variável binária, com valor zero para preço recebido considerado, pelo produtor, baixo e 1 para preço recebido considerado médio e alto; INVEST = número de máquinas e equipamentos adquiridos nos últimos quatro anos, independentemente dos custos de aquisição; CREDI = uso de crédito de investimento do governo, variável binária com valor zero para quem não usou e 1 para



quem usou, independentemente do valor obtido; e KPRÓPRIO = proporção de recursos próprios usados no custeio da safra, em relação ao crédito de custeio obtido.

No modelo *logit*, os coeficientes das variáveis explicativas não refletem o efeito marginal destas sobre o *logit*. O efeito marginal é a taxa de mudança na probabilidade da adoção, dada a variação de uma unidade da variável independente.

O efeito marginal da variável  $x_i$ , sobre a dependente, é expresso da forma descrita a seguir:

$$\frac{\partial P_i}{\partial X_i} = \beta_i \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}} \frac{e^{-X_i\beta}}{1 + e^{-X_i\beta}} \quad (5)$$

considerando-se  $P_i = \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}}$  e  $(1 - P_i) = \frac{e^{-X_i\beta}}{1 + e^{-X_i\beta}}$ .

Observa-se que o efeito marginal de cada variável explicativa sobre a probabilidade não é constante, ele depende do efeito do valor em que cada variável é considerada, ou seja, da última unidade acrescida.

## 5. Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos pela estimação do modelo *logit*, seguido da exposição detalhada e interpretação das variáveis determinantes da probabilidade de adoção da tecnologia de plantio direto. E, por último, discutem-se as variáveis estudadas, bem como a contribuição de alguns trabalhos relacionados.

### 5.1. Fatores que determinam a adoção do plantio direto

Na Tabela 2 podem ser observados os coeficientes estimados

por meio do modelo *logit* para os determinantes da probabilidade de adoção da tecnologia do plantio direto com as respectivas significâncias estatísticas.

O modelo ajustado identificou seis variáveis estatisticamente significativas: treinamento (TREIN – zero para quem não recebeu e 1 para quem recebeu); área explorada com a cultura em hectares (ÁREA); produtividade medida em sc/ha (PROD); rentabilidade (RENT – zero para preço recebido baixo e 1 para preço recebido médio e alto); investimento (INVEST – número de máquinas e equipamentos adquiridos); e proporção de capital próprio usado em relação ao crédito de custeio (KPRÓPRIO). As variáveis que não se apresentaram estatisticamente significativas foram: escolaridade (ESCO – anos de escolaridade do produtor), assistência técnica (ASSI – número de visitas técnicas recebidas na safra) e crédito de investimento da FINAME/FCO (CREDI – zero para quem não usou crédito e 1 para quem usou crédito).

As variáveis TREIN, ÁREA, PROD, RENT, INVEST e KPRÓPRIO apresentaram resultados compatíveis com o esperado, sendo os sinais coerentes, e os coeficientes mostraram-se estatisticamente diferentes de zero.

Tabela 2 - Coeficientes estimados do modelo *logit* para os determinantes da adoção da tecnologia do plantio direto na cultura da soja. Estado de Goiás, 1999

Variáveis	Coeficientes	Erro-Padrão	t-Student	Prob.
C	-5.468364	1.809563	-3.021925	0.0025
ESCO	0.021693	0.064741	0.335069	0.7376
TREIN	0.925972	0.475718	1.946473	0.0516
ASSI	0.050797	0.064956	0.782015	0.4342
AREA	0.002434	0.000898	2.711037	0.0067
PROD	0.076816	0.041661	1.843821	0.0652
RENT	0.860390	0.467189	1.841632	0.0655
INVEST	-0.094380	0.055625	-1.696716	0.0898
CREDI	0.171654	0.535321	0.320656	0.7485
KPROPRIO	1.598068	0.949526	1.683016	0.0924
Obs. com variável dependente = 0		48		
Obs. com variável dependente = 1		77		
LR stat.		2,63E-07		

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: C = constante, ESCO = escolaridade do produtor, TREIN = treinamento, ASSI = assistência técnica, ÁREA = área explorada com a cultura, PROD = produtividade (sc/ha), RENT = rentabilidade, INVEST = investimento, CREDI

No ajustamento da equação, o índice de razão de verossimilhança obtido foi igual a 0,71, o que indica que 71% das variações ocorridas na probabilidade de adoção do sistema de plantio direto são explicadas pelas variáveis independentes.

No modelo *logit*, os coeficientes das variáveis explicativas não refletem o efeito marginal destas sobre a probabilidade de adoção do plantio direto. Para determinar o efeito marginal de cada variável sobre a probabilidade de adoção do plantio direto, conforme demonstrado na equação (4a), são usados valores médios das variáveis explicativas, apresentados na Tabela 3, coluna (1). Nos casos em que foram usadas as variáveis binárias, para treinamento e rentabilidade, em vez dos valores médios, estas admitem valores zero ou 1, dependendo da alternativa.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das variáveis determinantes da probabilidade de adoção da tecnologia. O teste de diferença de médias para ESCO e ASSI foi não-significativo a 5% de probabilidade, ou seja, as médias de cada variável podem ser consideradas iguais, o que indica que os dois grupos vêm da mesma população, portanto essa variável não afeta a probabilidade de adoção da tecnologia.

De modo geral, constata-se que todas as variáveis apresentaram maiores valores médios para o plantio direto do que para o convencional, com destaque para área explorada. Os produtores que utilizam a tecnologia do plantio direto possuem área consideravelmente maior do que os que praticam o plantio convencional e maior capacidade de custeio da safra.

Tabela 3 - Valores médios das variáveis determinantes da adoção da tecnologia na cultura da soja.  
Estado de Goiás, 1999

Variável	Média Geral (1)	Média Plantio Convencional (2)	Média Plantio Direto (3)
ESCO	10,51	10,21 <sup>a</sup>	11,29 <sup>a</sup>
ASSI	7,47	6,71 <sup>a</sup>	7,95 <sup>a</sup>
AREA	591,26	254,68 <sup>b</sup>	801,08 <sup>b</sup>
PROD	44,16	41,45 <sup>b</sup>	45,85 <sup>b</sup>
INVEST	5,70	4,33 <sup>b</sup>	6,54 <sup>b</sup>
KPRÓPRIO	0,23	0,16 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: 1) nível de significância estatística das médias: 5% (a=não-significativo, b=significativo), 2) ESCO = escolaridade do produtor, ASSI = assistência técnica, ÁREA = área explorada com a cultura, PROD = produtividade (sc./ha), INVEST = investimento e KPRÓPRIO = uso de capital próprio para o custeio da safra agrícola, em proporção ao crédito de custeio.

A variável escolaridade (ESCO) apresentou valor médio igual a 10,5 anos, de acordo com a coluna (1) da Tabela 3. Os produtores do plantio convencional apresentaram, em média, 10,2 anos de escolaridade, enquanto os do plantio direto apresentaram uma média de 11,3 anos de escolaridade.

## **5.2. Efeitos marginais dos fatores determinantes da adoção do plantio direto**

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos efeitos marginais das variáveis contínuas. Na primeira alternativa, as variáveis binárias admitem valor zero para treinamento ( $T=0$ ) e rentabilidade ( $R=0$ ), ou seja, o produtor não recebeu treinamento e a rentabilidade é considerada baixa. Considerando-se os valores médios das variáveis, o efeito marginal da variável ÁREA é igual a 0,0006, o que significa que, para cada hectare acrescentado, a probabilidade de adoção do plantio direto eleva-se em 0,06%. Para a variável PROD, o efeito marginal é igual a 0,0190, o que indica que o aumento em uma saca por hectare na produtividade eleva a probabilidade de adoção do plantio direto em 1,90%. O efeito marginal da variável INVEST é igual a -0,0234, o que indica que, para cada unidade de investimento realizado pelo produtor, a probabilidade de adoção do plantio direto reduz-se em 2,34%. A variável investimento (INVEST) apresentou sinal negativo, demonstrando que, à medida que aumenta o estoque de capital, convertido em máquinas e equipamentos, o produtor tende a permanecer no sistema convencional de plantio, que é intensivo em uso de máquinas. No plantio convencional, a relação área explorada e número de tratores em trabalho é igual a 40,5, ou seja, um trator explora 40,5 hectares, enquanto no plantio direto essa relação é igual a 214,9. Um trator explora uma área 5,3 vezes maior no plantio direto do que no plantio convencional, o que justifica o efeito marginal negativo apresentado por essa variável.

O efeito marginal sobre a variável KPRÓPRIO é igual a 0,3957, o que demonstra que, à medida que aumenta a proporção de capital próprio no custeio da safra em relação ao crédito de custeio obtido, a probabilidade de adoção do plantio direto também aumenta, em 39,57%. A capacidade do produtor em custear a safra agrícola com capital próprio tem maior influência na adoção da tecnologia de plantio direto, em qualquer das alternativas examinadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeitos marginais das variáveis contínuas, pelo modelo *logit*, de acordo com os valores das variáveis binárias. Estado de Goiás, 1999

Alternativas	Efeito Marginal							
	1. <sup>a</sup>		2. <sup>a</sup>		3. <sup>a</sup>		4. <sup>a</sup>	
Variáveis	T=0	R=0	T=1	R=0	T=0	R=1	T=1	R=1
ÁREA	0,0006		0,0005		0,0005		0,0003	
PROD	0,0190		0,0168		0,0172		0,0107	
INVEST	-0,0234		-0,0207		-0,0212		-0,0133	
KPRÓPRIO	0,3957		0,3505		0,3582		0,2246	

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: a) T = variável binária treinamento; R = variável binária rentabilidade; ÁREA = área explorada com a cultura; PROD = produtividade (sc./ha); INVEST = investimento; e KPRÓPRIO = uso de capital próprio para o custeio da safra agrícola; b) na primeira alternativa, T=0 e R=0, ausência de treinamento e rentabilidade da lavoura baixa; na segunda alternativa, T=1 e R=0, presença de treinamento e rentabilidade baixa; na terceira, T=0 e R=1, ausência de treinamento e rentabilidade média ou alta; e na quarta, T=1; e R=1, presença de treinamento e rentabilidade média ou alta.

Comparando a primeira alternativa (ausência de treinamento e rentabilidade baixa) com a segunda (presença de treinamento e rentabilidade baixa), constatou-se que o efeito marginal da variável uso de capital próprio reduziu-se, embora continue sendo considerado o fator de maior influência na adoção da tecnologia (Tabela 4). Com relação à rentabilidade baixa, observou-se que o lucro é considerado baixo, mas o produtor tem condições de custear a adoção de novas tecnologias. Com vistas a reduzir custos e aumentar a lucratividade da cultura, pode haver estímulo em mudar o modo de produção, na tentativa de maximizar ganhos. Maior capitalização por parte do produtor leva-o a reduzir sua aversão ao risco, fazendo com que o efeito marginal do capital próprio seja expressivo.

Constatou-se que o efeito marginal de KPRÓPRIO, na presença de treinamento ou rentabilidade média ou alta, mantém-se praticamente igual, de acordo com a segunda e terceira alternativas. Contudo, o efeito marginal de KPRÓPRIO se reduz consideravelmente com a presença de treinamento e rentabilidade média ou alta (Tabela 4).

Os efeitos marginais das variáveis discretas TREIN e RENT não podem ser identificados e analisados do mesmo modo que as variáveis contínuas ÁREA, PROD, INVEST e KPRÓPRIO. Estes são determinados pelos aumentos da probabilidade de adoção do plantio direto, a partir da comparação das situações de ausência e presença de treinamento com rentabilidades baixa e média ou alta, que podem ser observados no Quadro 5.

Quando TREIN é igual a 1, sendo RENT igual a zero, o efeito marginal é igual a 0,2237, ou seja, a presença de treinamento e rentabilidade baixa provoca aumento na probabilidade de adoção do plantio direto igual a 22,37%, considerando-se os valores médios das variáveis explicativas. Esse aumento do efeito marginal é identificado na primeira alternativa da Tabela 5, sendo calculado a partir de subtração entre a probabilidade de adoção na presença de treinamento

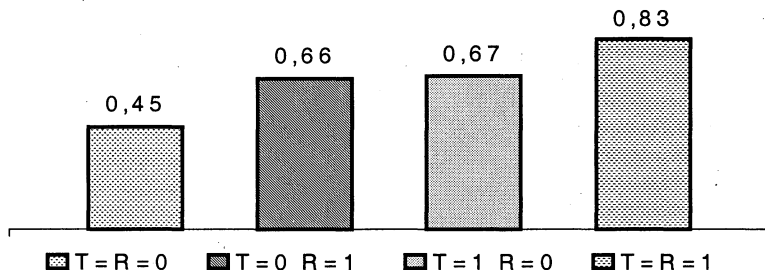


e rentabilidade baixa e a probabilidade de adoção na ausência de treinamento e rentabilidade baixa.

Tabela 5 - Efeitos marginais das variáveis discretas, pelo modelo *logit*, de acordo com os valores das variáveis binárias. Estado de Goiás, 1999

Alternativas: efeito marginal da variável $X_i$	Probabilidade de Adoção	Valor do Efeito Marginal	
1.ª) $X_i = \text{TREIN (T)}$ , considerando $R = 0$	T=0 R=0	0,4514	0,2237
	T=1 R=0	0,6751	
2.ª) $X_i = \text{RENT (R)}$ , considerando $T = 0$	T=0 R=0	0,4514	0,2091
	T=0 R=1	0,6605	
3.ª) $X_i = \text{TREIN (T)}$ e $\text{RENT (R)}$	T=0 R=0	0,4514	0,3794
	T=1 R=1	0,8308	
4.ª) $X_i = \text{TREIN (T)}$ , considerando $R = 1$	T=0 R=1	0,6605	0,1703
	T=1 R=1	0,8308	
5.ª) $X_i = \text{RENT (R)}$ , considerando $T = 1$	T=1 R=0	0,6751	0,1557
	T=1 R=1	0,8308	

Na Figura 2 é apresentada a probabilidade de adoção da nova tecnologia, considerando-se as variáveis binárias treinamento e rentabilidade.



Fonte: dados da pesquisa

Figura 2 - Efeitos das variáveis treinamento e rentabilidade sobre a probabilidade de adoção do plantio direto para diferentes T e R, na cultura da soja. Estado de Goiás, 1999.

As variáveis área, produtividade, investimento e capital próprio, na presença de treinamento (T=1) e rentabilidade média ou alta (R=1), em conjunto, elevam a probabilidade de adoção do plantio direto para 83,08%.

As variáveis KPRÓPRIO, TREIN e RENT, em especial, devem ser analisadas com maior atenção, uma vez que apresentam efeitos marginais com valores expressivos e, ainda, podem ser de importância similar na adoção de tecnologias em outras atividades agrícolas. Observa-se que as quatro variáveis ÁREA, PROD, INVEST e KPRÓPRIO, com T=R=0, influenciaram a probabilidade de adoção em 45,14%, enquanto com T=R=1 proporcionaram aumento de probabilidade de 83,1% (Tabela 5). Isso significa que, quando estas variáveis se interagem, elas exercem influência mais significativa na adoção do plantio direto do que quando analisadas separadamente.

Os resultados apresentados neste trabalho são corroborados pelo relato de Nicholls (1973), que observou com relação aos

produtores que possuem maior disponibilidade de recursos, maior propensão à adoção de novas técnicas. No entanto, agricultores menos capitalizados são mais avessos aos riscos e tendem a continuar com técnicas já conhecidas e dominadas no processo de produção em vez de explorar técnicas que prometem aumento de produtividade. A aversão ao risco pode ser reduzida com treinamento e rentabilidade satisfatória e estável no tempo, o que, elevando a disponibilidade de capital próprio, faz com que o efeito marginal da capitalização seja, quando comparado com a existência de rentabilidade média ou alta e a presença de treinamento, o maior efeito marginal na adoção de tecnologia (Tabela 4).

Em raciocínio similar, Paiva (1983) verificou que, quando os produtores têm conhecimentos técnicos e recursos financeiros suficientes, eles se mostraram dispostos a adotar tecnologias modernas mais produtivas. A rentabilidade da cultura também os influencia, pois, na maioria das vezes, a introdução da nova técnica enfrenta uma relação desfavorável entre preços dos novos fatores e do produto agrícola, ocasionando perdas na lucratividade da cultura, desestimulando-os na adoção de novas tecnologias.

## **6. Conclusões**

O desenvolvimento sustentável do setor agrícola implica manutenção de longo prazo dos recursos naturais. Para isso, o aumento da produtividade agrícola deve ser buscado com processos de menor impacto adverso sobre o ambiente que aumentem a rentabilidade da atividade e a satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda.

Considerando essas exigências, o presente trabalho objetivou identificar os fatores determinantes da adoção da tecnologia de plantio direto. Os resultados obtidos apontam para capital próprio, treinamento, rentabilidade, investimento, produtividade e área como os principais fomentadores da probabilidade de adoção dessa

tecnologia.

Observou-se que a promoção de treinamentos destinados aos produtores facilita a introdução de novas tecnologias nas atividades com ações que racionalizem o uso dos recursos naturais. A participação ativa de entidades e instituições já existentes, como Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Associações de Produtores de Grãos, Sindicatos Rurais e Cooperativas, entre outros, que promovem cursos que atendam às diversidades regionais e específicas de cada tecnologia, é importante, haja vista que possibilita o contínuo melhoramento e uso de técnicas consideradas sustentáveis. Contudo, não basta receber treinamento para realizar as atividades no dia-a-dia, é necessário, paralelamente, condições financeira e econômica compatíveis com a manutenção de uma estrutura produtiva tecnologicamente moderna. A necessidade de capitalização do produtor torna-se, então, indiscutível para que se possa continuar investindo em processos que levam ao aumento da produtividade. Daí a importância do setor governamental atuar na definição de políticas adequadas que garantam estabilidade da rentabilidade remuneradora para as atividades e possibilitem a capitalização do produtor para que ele possa realizar investimentos necessários.

Deve-se destacar a importância de políticas que afetem a taxa de juros e impostos incidindo sobre o agronegócio, tendo como objetivo garantir a competitividade dos produtos brasileiros no cenário de integração econômica. Os acordos comerciais entre os blocos econômicos podem dinamizar e melhorar, significativamente, a renda dos produtores nacionais que tenham sido preparados para essa nova realidade do setor agrícola.

O desenvolvimento de formas privadas de financiamento ou sistemas de garantia e sustentação de preços, por exemplo Cédula de Produtor Rural, Mercados Futuros e Contrato de Opção de Venda, que visam reduzir as incertezas dos preços e garantir a estabilidade da renda, bem como investimentos públicos em infra-estrutura de

transporte, comunicação, eletrificação, irrigação, informações de mercado e serviços sociais, também são propiciadores, de modo indireto, da adoção de tecnologia pelos produtores rurais.

## **Referências Bibliográficas**

ALVES, E.R.A. **A importância do investimento na pesquisa agropecuária**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1980. 36 p.

AMEMIYA, T. Qualitative response models: a survey. **Journal of Economic Literature**, California, v. 19, p. 1493-1536, 1981.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - **AGRIANUAL 2000**. Campo Grande: FNP Consultoria e Comércio, 2000. 483 p.

BINSWANGER, H.P. Induced technical change: evolution of thought. In: BINSWANGER, H.P. et al. (Orgs.). **Induced innovation**. Baltimore: John Hopkins, 1978. p. 13-43.

DE JANVRY, A. Social structure and biased technical change in argentine agriculture. In: BINSWANGER, H.P. et al. (Orgs.). **Induced innovation**. Baltimore: John Hopkins, 1978. p. 297-324.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA**. [19 maio 2000]. (<http://www.embrapa.gov.br>).

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. **Séries econômicas**. [04 mar. 2000]. (<http://www.fgv.br>).

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1988. 583 p.

HOMEM DE MELO, F. A questão da produção e do abastecimento alimentar no Brasil: um diagnóstico macro com cortes regionais. In: AGUIAR, M.N. (Org.). **Diagnóstico macro**. Brasília: IPEA/INPES, 1988. p. 11-59.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. [S.l.]: IBGE, 1999.

NICHOLLS, W.H. Paiva e o dualismo tecnológico na agricultura: um comentário. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 15-50, 1973.

PAIVA, R.M. Apreciação geral sobre o comportamento da agricultura brasileira. In: ARAÚJO, P.F.C.; SCHUH, G.E. (Eds.). **Desenvolvimento da agricultura: estudos de casos**. São Paulo: Pioneira, 1983. p. 155-212.

SCHULTZ, T.W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965. 207 p.

SILVA, S.P.; FARIA, R.A.; GOMES, M.F.M. Mudança da composição agrícola do sul goiano, no período de 1985 a 1995. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Brasília: SOBER, 1999. (CD-ROM).

SOLOW, R.M. Technical change and the aggregate production function. In: MANSFIELD, E.; MANSFIELD, E. (Eds.). **The economics of technical change**. England: Edward E.P., 1993. 489 p.

TEIXEIRA, E. **Investment policy and agricultural growth in Brazil**. New York: Garland, 1991. 177 p.