

Adoção Sequencial de Tecnologia Pós-colheita Aplicada à Cafeicultura em Viçosa (MG)

Matheus Wemerson Gomes Pereira¹

Erly Cardoso Teixeira²

João Eustáquio de Lima^{3,4}

Resumo: O processo de adoção tecnológica na agricultura é de fundamental importância para o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas. O objetivo deste artigo é avaliar os determinantes da adoção da tecnologia pós-colheita na cafeicultura em Viçosa (MG), no ano de 2007. Os resultados sugerem que o modelo sequencial é o mais apropriado à análise e que as variáveis associativismo, rentabilidade, treinamento, crédito, capital próprio e escolaridade são os principais determinantes na adoção de estágios mais elevados de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura. Os efeitos marginais mais importantes para adoção de maiores níveis tecnológicos são associativismo, treinamento, crédito e rentabilidade.

Palavras-chave: adoção tecnológica, café, Multinomial Logit, razão de risco relativo, Minas Gerais.

Abstract: *The process of technology adoption in agriculture is fundamentally important for increasing productivity and improving the quality of agricultural products. The objective of this study is to evaluate the factors that determine the technological adoption of post-harvest coffee employed in Viçosa (MG) in the year of 2007. The results indicate that the sequential model is more appropriate for the analysis and the most important determinants for the adoption of higher levels of post-harvest technology are association,*

¹ Economista, M.Sc. e Doutorando em Economia Aplicada – Universidade Federal de Viçosa (UFV)/Bolsista CNPq-Brasil. E-mail: matheuswgp@yahoo.com.br

² Ph.D. Professor Titular do Departamento de Economia Rural – UFV. E-mail: teixeira@ufv.br

³ Ph.D. Professor Titular do Departamento de Economia Rural – UFV. E-mail: jelima@ufv.br

⁴ Os autores agradecem a três pareceristas anônimos, cujos comentários e sugestões muito contribuíram para o aprimoramento deste artigo. Os autores assumem inteira responsabilidade pelos erros remanescentes.

profitability, training, education, credit, stock of capital, and years at school. The most important marginal effects for the adoption of higher levels of post-harvest technology are association, training, credit and profitability.

Key-words: *technology adoption, coffee, Logit Multinomial, relative risk ratio, Minas Gerais.*

Classificação JEL: C21, O3 e Q55.

1. Introdução

É consenso entre os economistas que a adoção de novas tecnologias na agricultura tem contribuído, consideravelmente, para o aumento da produtividade e para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas. Na cafeicultura, a adoção das tecnologias pós-colheita é de fundamental importância para garantir maior eficiência no uso dos recursos, elevar a qualidade do produto e, conseqüentemente, aumentar os preços recebidos pelos produtores e a renda gerada pela cultura.

Nos últimos anos, o café, como commodity, teve seu valor bastante reduzido. Comparando-se o índice de preços recebidos pelos cafeicultores (IPR) ao índice de preços pagos pelos produtores no Brasil (IPP), no período de janeiro de 1996 a novembro de 2006 – FGVDADOS (2009) –, nota-se uma queda na relação de troca à taxa geométrica de 10,7% ao ano. Levando-se em consideração algumas restrições, essa é uma indicação de que a lucratividade na produção cafeeira tem sido desfavorável. Dessa forma, o produtor deve buscar novas tecnologias que aumentem a produtividade e a qualidade do grão.

No estado de Minas Gerais, o café tem grande peso na economia, principalmente na geração de renda. O estado é o maior produtor do País, e sua produção vem mantendo excelente média em relação à brasileira – na safra 2007/08, foram 14,8 milhões sacas de café beneficiadas ou 45,33% da produção nacional (Conab, 2008). O agronegócio do café no estado destaca-se nas regiões sul/sudoeste, Triângulo/Alto Paranaíba e Zona da Mata. O município de Viçosa, localizado na Zona da Mata mineira, produziu 21.484 sacas de café em 2003, segundo dados do IBGE (2005), sendo considerada uma região tradicionalmente produtora.

A escolha de Viçosa para a pesquisa se deve à importância econômica do cultivo de café para o município, haja vista a concentração expressiva de pequenos produtores rurais. A estrutura agrária de Viçosa é constituída por minifúndios, com 93,9% das propriedades registrando área inferior a 50 hectares. O município possui 2.000 hectares de área de café em produção e 700 hectares em formação (PRÓ-CAFÉ, 2003).

Até meados da década de 90, a Zona da Mata mineira era conhecida por produzir café de bebida inferior⁵. No entanto, o pioneirismo de alguns produtores, mediante aquisição de equipamentos e adoção de novas técnicas de manejo, iniciou a mudança no padrão de qualidade do grão obtido. Hoje, por meio de ação conjunta entre associações de produtores e programas públicos de desenvolvimento, busca-se construir uma nova imagem junto aos compradores: a de uma região produtora de café de alto padrão de qualidade.

A aquisição de equipamentos e a adoção de novas tecnologias para o preparo e benefício de café têm sido peça-chave no melhoramento da produtividade e da qualidade do grão de Viçosa (VALENTE e MOURA, 2005). Destaca-se que o agricultor pode adquirir a tecnologia pós-colheita na forma de um conjunto tecnológico ou em partes sequenciadas. Ao conhecer os determinantes da adoção da tecnologia pós-colheita e se tal adoção ocorre em etapas, os formuladores de políticas públicas podem estabelecer a melhor estratégia para impulsionar a atividade, gerando mais emprego e renda na região.

Diversos estudos têm procurado mensurar a importância de novas tecnologias para a agricultura. É o caso dos trabalhos de Silva e Teixeira (2002), que analisaram os principais determinantes na adoção de tecnologia no plantio direto da soja em Goiás, e de Monte e Teixeira (2006), que estudaram os determinantes da adoção de tecnologia de despulpamento na cafeicultura em Venda Nova do Imigrante, no Espírito Santo (ES). Lanna et al. (2009) também analisaram os determinantes da adoção de tecnologia de despulpamento na cafeicultura, mas na região de Viçosa, estado de Minas Gerais (MG).

Quanto à adoção sequencial de tecnologia na agricultura, um trabalho de destaque foi o de Ersado et al. (2004), que avaliaram a relação entre saúde, investimento público e decisão sequencial de adoção de tecnologia na agricultura no estado de Tigray, na Etiópia. A principal contribuição do estudo foi identificar os determinantes de adoção da tecnologia pós-colheita e verificar se essa adoção ocorria em sequência, isto é, da tecnologia mais baixa para a mais alta.

Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar se os níveis de tecnologia pós-colheita utilizados na cafeicultura são sequenciais, bem como identificar os fatores que determinam cada nível de adoção pelos produtores de Viçosa (MG), no ano de 2007.

2. Fundamentação teórica

Desde o estudo pioneiro de Solow (1956), o progresso tecnológico tem sido arrolado como determinante do desenvolvimento econômico, uma vez que os aumentos observados na produção não eram explicados pela proporcional utilização de fatores convencionais. Em meados da década de 60, esse conceito

⁵ Especificamente café do tipo Rio Zona.

passou a ser aplicado diretamente à agricultura, ao ser reconhecido o importante papel da pesquisa para os incrementos na produção e na produtividade, mediante a geração de novas técnicas, na forma de conhecimentos diretamente aplicáveis à produção, e de conhecimentos incorporados em fatores utilizados no processo produtivo.

No mesmo período (década de 60), ganharam destaque também os trabalhos que evidenciavam a educação formal e a extensão rural como aceleradores do processo de adoção de novas tecnologias, pela habilitação da mão de obra e pela capacitação gerencial dos agricultores. Griliches (1964) foi o primeiro autor que buscou explicar a adoção de tecnologia e a mudança tecnológica na agricultura via variáveis como capital humano, educação e extensão agrícola. Nesse sentido, torna-se importante a inclusão de variáveis como escolaridade, treinamento e associativismo para explicar a adoção de maiores níveis tecnológicos.

A partir disso, vários autores contribuíram para o tema. Alves (1979) afirmou que a adoção de tecnologias no processo de produção agrícola é resultante da oferta e da demanda de inovações tecnológicas que reduzam os custos de produção. Embora algumas mudanças tecnológicas sejam resultado de descobertas científicas independentes, a maioria das pesquisas teóricas e empíricas tem procurado explicar a mudança tecnológica como resposta à alteração nos preços relativos.

No modelo de Hayami e Huttan (1988), as tecnologias podem ser desenvolvidas para facilitar a substituição dos fatores relativamente escassos por fatores relativamente abundantes na economia. De acordo com as restrições impostas ao desenvolvimento agrícola, cada região adota um tipo de tecnologia adequada a suas características. Para aquelas com oferta de mão de obra inelástica, adota-se a tecnologia mecânica ou poupadora de mão de obra, enquanto para regiões com oferta de terra inelástica, a tecnologia biológica e química, ou poupadora de terra⁶.

A hipótese desse modelo é que a mudança técnica é dirigida, ao longo de uma trajetória eficiente, por sinais de preço de mercado, desde que estes reflitam, eficientemente, alterações na demanda e na oferta de produtos e fatores, e que haja interação efetiva entre produtores rurais, instituições públicas de pesquisa e empresas agrícolas.

Diferentemente do modelo apresentado por Hayami e Ruttan (1988), no modelo de investimento e mudança tecnológica endógena, Mundlak (1988) enfatizou que os movimentos nos preços dos fatores não são a única e nem a mais importante causa da mudança tecnológica. A escolha da tecnologia pode ser limitada pela disponibilidade de capital, dentro da economia ou setor, da mesma forma que a acumulação de capital favorece a adoção de técnicas modernas. Uma técnica particular é escolhida com base nas restrições e em

⁶ Admite-se a hipótese de que economias com oferta inelástica de mão de obra possam experimentar progresso na tecnologia mecânica e economias com oferta inelástica de terra, optar por avanços na tecnologia bioquímica.

variáveis econômicas relevantes, denominadas, no modelo de variáveis de estado, estoque de capital, investimento, taxa de retorno, preço dos fatores e produtos. As variáveis de estado representam as restrições que determinam o grupo de técnicas ou funções de produção, na qual cada produto é obtido, e refletem o ambiente econômico que influencia as decisões sobre produto e uso de insumos.

Portanto, quando se deparam com uma oportunidade de investimento, os agentes econômicos preocupam-se com a rentabilidade do investimento, ou seja, como e onde aplicar seus recursos para maximizar o retorno do capital investido.

Outro importante autor para o tema foi Schumpeter (1985), que destacou o papel das inovações transformadoras no desenvolvimento econômico. Essas inovações originadas no próprio sistema, quando introduzidas na atividade econômica, produzem mudanças que são qualitativamente diferentes das alterações habituais, levando ao rompimento do equilíbrio no estado estacionário. Assim, a evolução econômica caracteriza-se por rupturas e descontinuidades da situação presente e decorre da introdução de inovações na maneira de o sistema funcionar; nesse sentido, o empresário inovador exerce importante papel no sistema.

Schumpeter (1985) enfatizou ainda que, quando o empresário utiliza o próprio capital na produção de determinado bem, o lucro obtido pela venda desse bem é acrescentado ao capital, já convertido em meios de produção, promovendo a capitalização do empresário e estimulando-o a conceber novas combinações tecnológicas na busca do aumento do lucro. Dessa forma, o risco de adoção de novas tecnologias diminui quando o empresário utiliza o próprio capital.

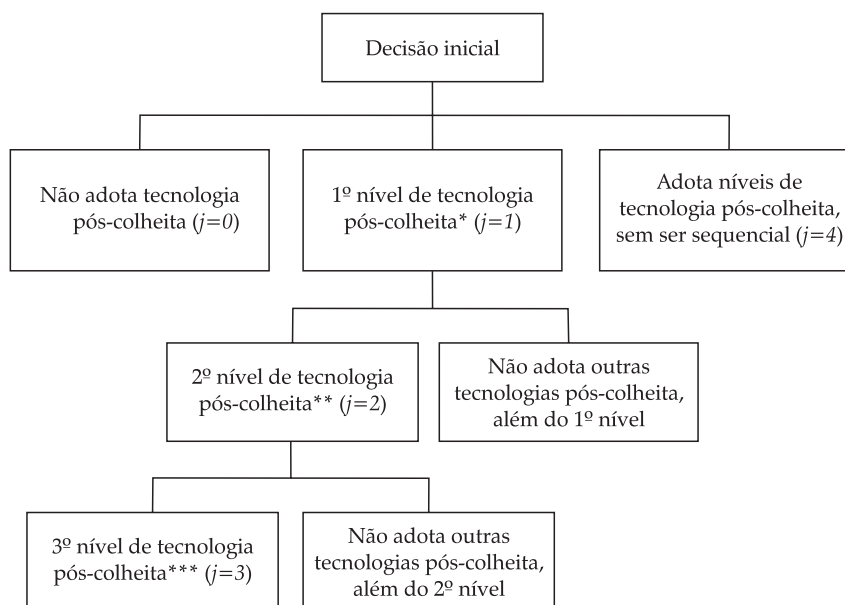
Na teoria Schumpeteriana, o crédito tem importante papel no processo econômico, dada a necessidade de crédito para a realização das inovações tecnológicas. Segundo Schumpeter (1985), os recursos para o crédito devem provir de fundos gerados por inovações bem sucedidas e/ou da capacidade dos bancos de criar poder de compra, por meio do multiplicador bancário.

A teoria microeconômica ressalta que o aumento da área de cultivo pode levar a ganhos na economia de escala, mediante redução nos custos a partir da utilização mais intensiva de insumos como máquinas, mão de obra etc. (Ferguson, 1995). Portanto, na escolha da tecnologia a ser adotada, a área total explorada pela cultura pode ser importante variável explicativa.

3. Tecnologia sequencial de pós-colheita aplicada à cafeicultura

Com base nas características técnicas de manejo de pós-colheita do café, sugerido pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café; 2004), para regiões montanhosas, é possível resumir o processo de adoção da tecnologia por meio da árvore de decisão a seguir (Figura 1).

Figura 1. Árvore da decisão sequencial de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura.



* Utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso);

** Utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso), estufa, secador e beneficiador;

*** Utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso), estufa, secador, beneficiador e despulpador.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Partindo da decisão inicial, considera-se que o cafeicultor adotará o primeiro nível de tecnologia pós-colheita se utilizar, pelo menos, o terreiro secador revestido ou suspenso ($j=1$); caso contrário, não adotará tecnologia pós-colheita ($j=0$). Se, além do terreiro secador revestido ou suspenso, o produtor utilizar estufa, secador e beneficiador, ele adotará o segundo nível de tecnologia pós-colheita ($j=2$); caso contrário, adotará somente o primeiro nível de tecnologia pós-colheita. Se, além do terreiro secador, revestido ou suspenso, estufa, secador, beneficiador, também utilizar o despulpador, estará no terceiro nível de tecnologia pós-colheita ($j=3$); caso contrário, adotará o segundo nível de tecnologia pós-colheita. A partir da decisão inicial, o cafeicultor poderá utilizar níveis de tecnologia distintos e de forma não-sequencial; nesse caso, adotará níveis de tecnologia pós-colheita na forma de um conjunto tecnológico ($j=4$).

4. Modelo econométrico

As adoções sequenciais da tecnologia pós-colheita na cafeicultura e os fatores que determinam cada nível de adoção são estimados pelo método de máxima verossimilhança⁷.

Na adoção sequencial de tecnologia pós-colheita, usa-se o teste da razão da máxima verossimilhança, baseado na comparação da função de verossimilhança do modelo restrito (i.e., do modelo sequencial⁸) com a do modelo irrestrito (i.e., do modelo não-sequencial⁹), definido por Johnston e Dinardo (2001):

$$\lambda = \frac{L^*}{L} \quad (1)$$

em que L^* é o valor da função de verossimilhança do modelo restrito (sequencial); L , o valor da função de verossimilhança do modelo irrestrito (não-sequencial), e $0 \leq \lambda \leq 1$ ¹⁰. A estatística do teste, que é o logaritmo da razão de verossimilhança, equivale a:

$$LR = 2(\ln L - \ln L^*) \sim \chi_m^2 \quad (2)$$

portanto, LR segue a distribuição de qui-quadrado (χ^2), com m graus de liberdade¹¹. A hipótese nula a ser testada é a de que o modelo estimado sequencialmente é igual ao modelo estimado não-sequencial, ou, em outros termos,

$$H_0: \text{Modelo sequencial} = \text{Modelo não-sequencial}. \quad (3)$$

$$H_1: \text{Modelo sequencial} \neq \text{Modelo não-sequencial}.$$

Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo sequencial será escolhido com quatro possibilidades de escolha de tecnologia pós-colheita ($j=0, j=1, j=2$ e $j=3$, Figura 1). No caso de a hipótese nula não ser rejeitada, utilizar-se-á o modelo não-sequencial com duas possibilidades de escolha ($j=0$ e $j=4$).

⁷ O método de máxima verossimilhança pode ser visto, com mais detalhes, em Johnston e Dinardo (2001) e Greene (2003).

⁸ Estimado pelo Multinomial Logit, em que o produtor defronta com quatro categorias de escolha: ($j=0$), ($j=1$), ($j=2$) e ($j=3$).

⁹ Estimado pelo modelo Logit, em que considera 1, caso o produtor adote níveis de tecnologia distintos, i.e., na forma de um conjunto tecnológico ($j=4$); e considera 0, quando o cafeicultor não adota tecnologia de pós-colheita ($j=0$). Para mais detalhes do modelo Logit, ver Johnston e Dinardo (2001).

¹⁰ O termo λ é conhecido como razão de verossimilhança.

¹¹ Em que m é o número de restrições impostas pela hipótese nula.

No caso de o modelo sequencial ser escolhido e de a variável dependente apresentar forma discreta, podendo assumir diversas categorias de escolha, o método mais apropriado para o exame da questão é conhecido como Multinomial Logit (MNL). Também no caso da adoção sequencial, o modelo MNL é usualmente o mais empregado, como nos trabalhos desenvolvidos por Dorfman (1996) e Ersado et al. (2004)¹².

Nesse modelo, a probabilidade de ocorrência da resposta decorre de um conjunto de regressores, como escolaridade, treinamento, rentabilidade, etc. (GREENE, 2003). No MNL, utiliza-se a seguinte especificação:

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta_j X_i}}{\sum_{k=0}^3 e^{\beta_k X_i}} \quad (4)$$

em que Y_i é variável aleatória, que indica a escolha feita pelo indivíduo; $\text{Prob}(Y_i = j)$, a probabilidade de um indivíduo i optar pela escolha j ; X_i , a matriz de atributos observáveis para os indivíduos; e β , o vetor de parâmetros a ser estimado.

De acordo com Greene (2003), as equações estimadas geram um conjunto de probabilidades para $J+1$ escolhas do indivíduo i com características X_i . Uma forma de resolver esse problema é utilizar uma normalização, em que se admite que $\beta_0 = 0$. Assim, tem-se a seguinte especificação:

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta_j X_i}}{1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i}}, \text{ para } j = 0, 1, 2, 3 \quad (5)$$

Segundo Bressan et al. (2008), no modelo MNL, o efeito das variáveis explicativas sobre a $\text{Prob}(Y_i = j)$ pode ser escrito pela razão de risco relativo (RRR), definida por:

$$\text{RRR} = \frac{P(Y = j/x + 1)/P(Y = k/x + 1)}{P(Y = j/x)/P(Y = k/x)}. \quad (6)$$

A RRR pode ser interpretada como o efeito sobre a probabilidade de escolha da alternativa j , em relação à alternativa k , decorrente de mudanças relativas nas probabilidades, sendo que x representa o vetor das variáveis atributos. A RRR, no modelo MNL, pode ser obtida pelo exponencial dos coeficientes estimados, de forma similar a *odds-ratio* do modelo logístico. A diferença é que a razão de risco relativa fornece as mudanças relativas nas probabilidades.

¹² Segundo Cameron e Trivedi (2005), outro modelo alternativo para o estudo da questão é o Nested Logit; porém, neste modelo, a variável independente, para cada indivíduo, varia de acordo com sua decisão.

Outra forma de analisar o efeito da variável explicativa sobre a probabilidade de escolha é obter a diferenciação da equação (5) e o efeito marginal de X_i em P_j , representado por:

$$\begin{aligned}\frac{\partial P_j}{\partial X_i} &= \frac{\beta_j e^{\beta_j X_i} \cdot \left[1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i} \right] - e^{\beta_j X_i} \cdot \sum_{k=1}^J \beta_k e^{\beta_k X_i}}{\left[1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i} \right]^2} \\ &= \frac{e^{\beta_j X_i}}{\left[1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i} \right]} \cdot \left[\beta_j - \sum_{k=1}^J \frac{e^{\beta_k X_i}}{\left[1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i} \right]} \cdot \beta_k \right] \\ &= P_j \left[\beta_j - \sum_{k=0}^J P_k \beta_k \right] = P_j [\beta_j - \bar{\beta}].\end{aligned}\quad (7)$$

Note que os sinais dos efeitos marginais podem ser diferentes dos sinais dos coeficientes estimados.

4.1. Base de dados, estatística descritiva e operacionalização das variáveis

Os dados da pesquisa são primários e foram obtidos por Lanna (2007), a partir de questionários aplicados aos cafeicultores do município de Viçosa (MG), no período de fevereiro a junho de 2007.

A amostra utilizada foi do tipo aleatório simples, em que a escolha de um indivíduo em determinada população tem a mesma probabilidade de ocorrência. Para a seleção dos produtores representantes da amostra, foi feito um sorteio entre os elementos da população de cafeicultores existentes no município.

De acordo com Fonseca e Martins (1996), o cálculo para amostras de uma população finita é apresentado em:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}, \quad (8)$$

em que n é o tamanho da amostra; Z , a abscissa da curva normal padrão; p , a estimativa da verdadeira proporção de um dos níveis da variável escolhida, expresso em decimais; $q = 1 - p$; N , o tamanho da população; e d , o erro amostral admitido, expresso em decimais. Segundo dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), no período da pesquisa a população de cafeicultores em Viçosa somava cerca de 450 produtores.

Ademais, utilizaram-se, para fins de cálculo mínimo de entrevistas, um nível de confiança de 90% ($Z = 1,645$), margem de erro de 10% e um valor (p) de 50%,

já que era desconhecida a proporção de produtores de café que adotavam as tecnologias de pós-colheita. Consequentemente, o valor (q) foi de 50%.

Ao utilizar os dados preliminares para o cálculo da amostra, chegou-se ao valor amostral (n) de 59, correspondente ao número previsto de cafeicultores entrevistados. Como margem de segurança, porém, foram acrescentados mais dois produtores (3%) à amostra, totalizando 61 cafeicultores entrevistados.

Na Tabela 1, encontra-se a descrição das variáveis independentes, além das médias e seus desvios-padrão – reforçando que todas as variáveis deveriam contribuir, positivamente, para aumentar o nível de tecnologia pós-colheita.

Observa-se ainda que, do total de unidades produtoras, 83,6% tinham na cafeicultura a principal atividade agropecuária; em 4,9%, a cultura aparecia juntamente com outras atividades, como milho, feijão e bovinocultura de leite; e 11,5% das propriedades apresentavam outras principais atividades, com destaque para bovinocultura de leite e avicultura.

A área média das propriedades rurais de Viçosa era de 40,51 hectares (Tabela 1), com amplitude de três a 176 hectares. Das áreas destinadas à exploração cafeeira, a média era de 14,1 hectares, com amplitude de 0,35 a 70 hectares. Quanto ao tipo da propriedade, 88,5% eram de agricultura familiar, já que apresentavam até quatro módulos fiscais no tamanho da unidade¹³, sendo cada um de 22 hectares. Esses dados demonstram a importância da cafeicultura para a geração de renda na região de Viçosa, principalmente entre agricultores familiares.

As variáveis dependentes de análise são os níveis de tecnologia pós-colheita. Para captar os níveis tecnológicos, optou-se por trabalhar com variáveis *dummies*, em que D1 é a *dummy* do primeiro nível tecnológico; D2, *dummy* do segundo; e D3, *dummy* do terceiro (Tabela 2).

¹³ A Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, define agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: a) não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; b) utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; c) tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e d) dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (MDA, 2008).

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis independentes, Viçosa (MG), 2007.

Variável	Descrição	Mensurada em:	Geral	
			Média	Desvio-padrão
Escolaridade (es)	Anos em que o produtor frequentou a escola.	Anos	9,06	6,88
Associativismo (as)	Participação dos cafeicultores em alguma associação de produtores do município, quais sejam Arca (Associação Regional de Cafeicultores) ou Associação de Produtores de Café das Serra de Minas ou, ainda, se é assistido pelo Pró-Café (Programa Municipal de Fomento à Cafeicultura).	(Sim = 1, Não = 0)	0,5737	0,4986
Área (área)	Área total explorada com a cafeicultura.	Hectares (ha)	40,51	38,91
Crédito de custeio e de investimento (cred)	Gastos para custear a safra agrícola e adquirir máquinas e equipamentos, nas últimas cinco safras.	Reais (R\$)	7.076,38	17.946,04
Treinamento (t)	Participação de produtores e funcionários em cursos de natureza técnica, visando à capacitação no manuseio de máquinas e equipamentos e no desenvolvimento correto de técnicas de pós-colheita, como forma de melhorar a qualidade do café produzido, e, ou pelo recebimento de assistência técnica durante a safra.	(Sim = 1, Não = 0)	0,5409	0,5052
Rentabilidade (r)	Consideração do cafeicultor sobre o preço recebido na comercialização da última safra.	(Médio/alto = 1, baixo = 0)	0,5573	0,5008
Capital próprio (kp)	A variável capital próprio é dada pelo capital próprio do produtor em forma de benfeitorias, máquinas ou equipamentos na propriedade rural.	Reais (R\$)	124.420,63	123.935,25

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2. Níveis tecnológicos construídos a partir das variáveis *dummies*.

<i>Dummies</i> tecnológicas	Categorias de adoção sequencial			
	(j = 0)	(j = 1)	(j = 2)	(j = 3)
D1*	0	1	1	1
D2**	0	0	1	1
D3***	0	0	0	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

* D1 = 1, se adotar o 1º nível de tecnologia pós-colheita, e D1 = 0, se adotar níveis inferiores de tecnologia.

**D2 = 1, se adotar o 2º nível de tecnologia pós-colheita, e D2 = 0, caso adote níveis inferiores de tecnologia.

***D3 = 1, se adotar o 3º nível de tecnologia pós-colheita, e D3 = 0, caso adote níveis inferiores de tecnologia.

5. Resultados e discussões

A Tabela 3 apresenta o teste da razão de verossimilhança, descrito em (2), em que se testa a hipótese de a adoção dos níveis tecnológicos empregados na cafeicultura ser sequencial. Estatisticamente, isso é feito testando a hipótese de que o modelo estimado sequencialmente é igual ao modelo estimado de modo não-sequencial.

O resultado do teste rejeita, fortemente, a hipótese de igualdade entre os modelos, o que indica que a adoção de tecnologia pós-colheita empregada na cafeicultura é sequencial, ou seja, para adotar o despulpador, o produtor precisaria antes, utilizar a estufa, e secador e o beneficiador, que, por sua vez, deveria utilizar o terreiro secador (revestido ou suspenso). De posse desses resultados, verifica-se a importância de políticas que aumentem os níveis tecnológicos empregados pelos cafeicultores.

Verifica-se, ainda, que o modelo estimado é globalmente significativo, visto que, pelo teste da Razão de Verossimilhança (LR), é possível rejeitar a hipótese nula de que todos os coeficientes associados às variáveis explicativas sejam nulos.

Tabela 3. Teste da razão de verossimilhança para adoção sequencial.

Log L* = -58,83	$\chi^2_{\text{tab}} = 3,84$
Log L** = -155,57	LR > χ^2_{tab}
LR = 193,48	Rejeita H_0 ao nível de 1% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

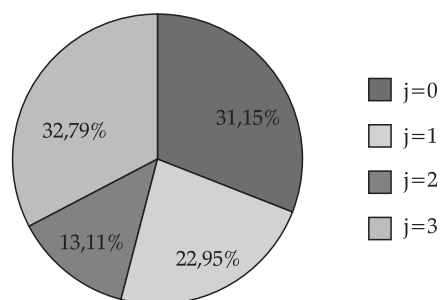
* Log L é o valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo irrestrito.

** Log L, é o valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo restrito.

*** Valor do χ^2_{tab} ao nível de 0,01 de significância, com 1 grau de liberdade.

Os cafeicultores foram divididos em quatro grupos, de acordo com os níveis de tecnologia pós-colheita (Figura 2). Do total, 31,14% não adotavam nenhum tipo de tecnologia pós-colheita (i.e., $j=0$), 22,95% utilizavam somente o primeiro nível de tecnologia pós-colheita ($j=1$), 13,11%, o segundo nível ($j=2$) e 32,79%, o terceiro ($j=3$), ou seja, despulpavam o café.

Figura 2. Divisão dos cafeicultores de acordo com os níveis de tecnologia pós-colheita.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados indicam que, apesar de parte significativa dos cafeicultores (32,79%) adotarem o maior nível de tecnologia pós-colheita, parcelas também altas não utilizam nenhum tipo de tecnologia pós-colheita (31,14%) ou adotam níveis inferiores de tecnologia (36,06%).

Antes de estimar o modelo sequencial, apresentam-se as estatísticas descritivas das variáveis em cada nível de tecnologia pós-colheita, no intuito de obter uma visão mais detalhada do comportamento de cada variável em sua respectiva categoria de adoção sequencial (Tabela 4).

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis de acordo com as categorias de tecnologias pós-colheita aplicadas à cafeicultura, Viçosa (MG).

Categorias de adoção sequencial	Variáveis*	Média	Desvio-pa-drão	Valor Mínimo	Valor Máximo
(j=0)	es	6,42	4,87	0	19
	as	0,47	0,50	0	1
	areatotal	25,64	21,46	4	66
	cred	2.731,05	6.271,76	0	26.600,00
	t	0,42	0,50	0	1
	r	0,58	0,50	0	1
	kp	62.150,53	50.784,02	10.370,00	235.370,00
(j=1)	es	3,57	4,54	0	18
	as	0,57	0,50	0	1
	areatotal	42,09	53,66	3	176
	cred	2.479,76	1.972,62	0	5.000,00
	t	0,21	0,41	0	1
	r	0,50	0,50	0	1
	kp	62.866,07	53.981,07	20.700,00	214.300,00
(j=2)	es	10,25	3,79	4	18
	as	0,63	0,34	0	1
	areatotal	51,85	40,58	18,8	150
	cred	18.787,50	20.696,05	0	62.000,00
	t	0,50	0,51	0	1
	r	0,63	0,49	0	1
	kp	127.398,80	39.867,52	86.160,00	207.600,00
(j=3)	es	14,95	6,15	4	24
	as	0,85	0,36	0	1
	areatotal	50,27	33,26	3	130
	cred	30.554,17	36.431,25	0	10.0000,00
	t	0,90	0,30	0	1
	r	0,55	0,50	0	1
	kp	225.474,20	157.484,80	29.400,00	501.400,00

Fonte: Dados da pesquisa.

* em que: (es) escolaridade; (as) associativismo; (areatotal) área total explorada na cafeicultura; (cred) crédito; (t) treinamento; (r) rentabilidade; e (kp) capital próprio.

Esses dados podem ser melhor analisados se comparados a partir dos testes de diferença entre médias e diferença entre proporção para pequenas amostras, conforme descrito na Tabela 5. Nos testes, constata-se que não é possível rejeitar

a hipótese nula de que as variáveis sejam estatisticamente iguais nos níveis de tecnologia subsequentes, ou seja, a média (proporção) de cada variável pode ser considerada estatisticamente igual para $(j=0)$ e $(j=1)$; $(j=1)$ e $(j=2)$; e, $(j=2)$ e $(j=3)$, indicando que os quatro grupos de cafeicultores são originários da mesma população.

Observa-se que, se comparadas as médias (proporções) dos cafeicultores que não adotavam nenhum tipo de tecnologia pós-colheita $(j=0)$ com as dos que utilizavam o segundo nível de tecnologia $(j=2)$, não é possível rejeitar a hipótese nula de que algumas das variáveis apresentassem médias (proporções) iguais. O mesmo é válido para os produtores que não adotavam tecnologia pós-colheita $(j=0)$ e os que utilizavam o maior nível $(j=3)$ (Tabela 5).

Para os cafeicultores que adotavam somente o primeiro nível de tecnologia $(j=1)$ e os que utilizavam o maior nível de tecnologia $(j=3)$, rejeita-se a hipótese de que a média da variável escolaridade (*es*) e a proporção do treinamento (*t*) fossem iguais, a 5% e 10% de significância, respectivamente (Tabela 5). Portanto, os cafeicultores que adotavam o maior nível de tecnologia pós-colheita, i.e., os que despulpavam o café apresentavam, na média, maiores níveis de escolaridade e treinamento, em relação aos que utilizavam o primeiro nível, i.e., o terreiro secador (revestido ou suspenso).

Tabela 5. Testes da diferença entre médias – para as variáveis (*es*), (*areatotal*), (*cred*) e (*kp*) – e da diferença entre as proporções – para as variáveis (*as*), (*t*) e (*r*) –, nos diferentes níveis de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura (estatística *t-student*).

Hipótese Nula Ho	$\overline{es}_{j=1} = \overline{es}_{j=m}$	$\overline{as}_{j=1} = \overline{as}_{j=m}$	$\overline{areatotal}_{j=1} = \overline{areatotal}_{j=m}$	$\overline{cred}_{j=1} = \overline{cred}_{j=m}$	$\overline{t}_{j=1} = \overline{t}_{j=m}$	$\overline{r}_{j=1} = \overline{r}_{j=m}$	$\overline{kp}_{j=1} = \overline{kp}_{j=m}$
$l=0; m=1$	0,6019 ⁽¹⁾	-0,0248 ⁽¹⁾	-0,0531 ⁽¹⁾	0,0063 ⁽¹⁾	0,0561 ⁽¹⁾	0,0198 ⁽¹⁾	-0,0017 ⁽¹⁾
$l=1; m=2$	-0,3057 ⁽¹⁾	-0,0262 ⁽¹⁾	-0,0387 ⁽¹⁾	-0,2594 ⁽¹⁾	-0,1272 ⁽¹⁾	-0,0514 ⁽¹⁾	-0,2560 ⁽¹⁾
$l=2; m=3$	-0,1465 ⁽¹⁾	-0,1085 ⁽¹⁾	0,0078 ⁽¹⁾	-0,0625 ⁽¹⁾	-0,1899 ⁽¹⁾	0,0285 ⁽¹⁾	-0,1260 ⁽¹⁾
$l=0; m=2$	-0,1505 ⁽¹⁾	-0,0631 ⁽¹⁾	-0,1573 ⁽¹⁾	-0,2153 ⁽¹⁾	-0,0282 ⁽¹⁾	-0,0179 ⁽¹⁾	-0,2453 ⁽¹⁾
$l=0; m=3$	-1,505 ⁽¹⁾	-0,8760 ⁽¹⁾	-0,8751 ⁽¹⁾	-1,0511 ⁽¹⁾	-1,1715 ⁽¹⁾	0,0600 ⁽¹⁾	-1,3808 ⁽¹⁾
$l=1; m=3$	-2,0495 ⁽³⁾	-0,6627 ⁽¹⁾	-0,1914 ⁽¹⁾	-0,9991 ⁽¹⁾	-1,9776 ⁽²⁾	-0,1000 ⁽¹⁾	-1,28917 ⁽¹⁾

Fonte: Dados da pesquisa.

⁽¹⁾ Não rejeita Ho.⁽²⁾ Rejeita Ho a 10%.⁽³⁾ Rejeita Ho a 5%.(\overline{as}) é a média da escolaridade; (\overline{es}), a proporção do associativismo do cafeicultor; ($\overline{areatotal}$), média da área total explorada na cafeicultura; (\overline{cred}), média do crédito; (\overline{t}), proporção do treinamento do cafeicultor; (\overline{r}), proporção do grau da rentabilidade; e (\overline{kp}), média do capital próprio.

Observa-se que a diferença entre as áreas totais exploradas com a cafeicultura foi não-significativa (quarta coluna da Tabela 5). Isso é um indicativo de que, entre os produtores de café de Viçosa, a escala de produção não foi estatisticamente diferente comparando-se aqueles que adotavam maior nível tecnológico dos que utilizavam menores níveis.

Na estimação do modelo Multinomial Logit (MNL) sequencial, foi considerado base o terceiro nível de adoção sequencial ($j=3$), de modo que os resultados devem ser interpretados com base no maior nível tecnológico. A Tabela 6 mostra o resultado dos coeficientes do modelo MNL, nos diferentes níveis de adoção sequencial, com suas respectivas significâncias estatísticas. Como os coeficientes estimados não representam as respostas marginais, a Tabela 6 também apresenta a razão de risco relativo (RRR), que deve ser interpretada como mudanças relativas nas probabilidades ou, de forma similar ao *odds-ratio* do modelo logístico, com suas respectivas significâncias.

Tabela 6. Estimativas do modelo MNL baseado na adoção sequencial (base $j=3$).

Variáveis explicativas	Categorias de adoção sequencial					
	$(j=0)$		$(j=1)$		$(j=2)$	
	Coeficiente	RRR	Coeficiente	RRR	Coeficiente	RRR
es	-0,0940***	0,9102***	-0,0607*	0,5268*	0,0629 ^{ns}	1,0649 ^{ns}
	(0,0513)	(0,0467)	(0,1272)	(0,0670)	(0,0737)	(0,07853)
as	-3,3568*	0,03484*	-1,4081 ^{ns}	0,2446 ^{ns}	-5,5177*	0,0040*
	(0,9879)	(0,03442)	(1,1283)	(0,2760)	(1,1147)	(0,0044)
areatotal	0,0308**	1,0313**	0,0770*	1,0800*	0,0225 ^{ns}	1,0227 ^{ns}
	(0,0134)	(0,01388)	(0,0162)	(0,0176)	(0,0153)	(0,0157)
cred	-0,00011*	0,9998*	-0,00014**	0,9998**	-4,33E-05**	0,9999**
	(0,000031)	(3,12E-05)	(0,0001)	(6,9 E-05)	(0,00002)	(2,08E-05)
t	-1,9166*	0,1471*	-2,7791*	0,06209*	-1,7354**	0,1763**
	(0,7326)	(0,1077)	(0,8444)	(0,0524)	(0,8754)	(0,1543)
r	-0,2213 ^{ns}	0,8014 ^{ns}	-1,6797**	0,18642**	2,1311*	8,4246*
	(0,6131)	(0,4833)	(0,7403)	(0,1380)	(0,8179)	(6,8911)
kp	-0,0000259*	0,99997*	-3,1E-05*	0,99996*	-1,1E-05**	0,9999**
	(6,03E-06)	(6,03E-06)	(6,77E-06)	(6,77E-06)	(4,94E-06)	(4,94E-06)
constante	7,5861*	-	8,7065*	-	2,8175**	-
	(1,3003)	-	(1,3775)	-	(1,1805)	-

Fonte: Dados da pesquisa.

* significativo a 1%.

** significativo a 5%.

*** significativo a 10%.

^{ns} não-significativo.

• em que: (es) escolaridade; (as) associativismo; (areatotal) área total explorada na cafeicultura; (cred) crédito; (t) treinamento; (r) rentabilidade e (kp) capital próprio.

(Os valores entre parênteses são os desvios-padrão).

Para ($j=0$) do MNL, foram identificadas sete variáveis estatisticamente significativas, a saber: escolaridade (es), associativismo (as), área total (areatotal), crédito (cred), treinamento (t), capital próprio (kp) e a constante. Por meio da RRR, nota-se que o aumento nas variáveis (es), (as), (cred), (t) e (kp) diminui as chances de os cafeicultores não adotarem nenhum nível de tecnologia pós-colheita, se comparados aos que o adotavam ($j=3$), visto que a RRR foi menor que a unidade. Os dados encontrados para as variável (es) confirma o teste da diferença de médias apresentado na Tabela 5. Por outro lado, a variável (areatotal) elevou as chances de os produtores não utilizarem nenhum nível de tecnologia pós-colheita, em relação aos que detinham tecnologia ($j=3$). Embora seja significativo e contrário ao esperado, esse percentual ainda indica baixo efeito (Tabela 6).

Para a alternativa ($j=1$), dos oito coeficientes estimados, sete foram estatisticamente significativos. A exceção ficou por conta da variável associativismo (as), o que acabou não interferindo na probabilidade de o cafeicultor adotar o primeiro nível de tecnologia pós-colheita. Por meio da RRR, nota-se que o aumento nas variáveis (es), (cred), (t), (r) e (kp) diminuiu as chances de o produtor utilizar o primeiro nível de tecnologia pós-colheita, se comparado com os que a adotavam ($j=3$), visto que a RRR foi menor que a unidade. Ao relacionar os resultados do teste da diferença de médias apresentados na Tabela 5 com os da Tabela 6, para as variáveis (es) e (t), reforçam-se os dados da primeira. Mais uma vez, o aumento na variável (areatotal) apontou resultado contrário ao esperado, elevando as chances de o cafeicultor adotar o primeiro nível de tecnologia pós-colheita, se comparado aos que detinham ($j=3$).

Por fim, na alternativa ($j=2$), observa-se que, dos oito coeficientes estimados, seis foram estatisticamente significativos. As variáveis escolaridade (es) e (areatotal) não foram significativas, motivo pelo qual não interferiram na probabilidade de o cafeicultor adotar o segundo nível de tecnologia pós-colheita. Por meio da RRR, observa-se que o aumento nas variáveis (as), (cred), (t) e (kp) reduziu as chances de o produtor utilizar ($j=2$), se comparado com os que a detinham ($j=3$), visto que a RRR foi menor que a unidade. Em contrapartida, o aumento na variável (r) elevou as chances de o cafeicultor adotar o segundo nível de tecnologia pós-colheita, se comparado aos que detinham tecnologia ($j=3$). Ou seja, se a rentabilidade estivesse alta no segundo nível tecnológico, o cafeicultor tenderia a permanecer nesse nível.

Os coeficientes das variáveis explicativas, estimados pelo modelo MNL, não refletiram o efeito marginal (EM) delas sobre a probabilidade de adoção em cada nível de tecnologia pós-colheita. Para tanto, os EMs de cada nível tecnológico foram obtidos de acordo com a expressão (7).

Na Tabela 7, estão os valores dos efeitos marginais (EM) das variáveis escolaridade (es), associativismo (as), área total explorada com a cafeicultura (areatotal), crédito (cred), treinamento (t), rentabilidade (r) e capital próprio

(kp) sobre os quatro níveis de adoção tecnológica. Também são apresentadas as probabilidades de adoção de cada nível tecnológico, tomados no ponto médio das variáveis em cada nível.

Tabela 7. Efeitos marginais e probabilidades da adoção de cada nível tecnológico de pós-colheita aplicada à cafeicultura, Viçosa (MG) – 2007.

Variáveis explicativas	(j=0)	(j=1)	(j=2)	(j=3)
	Efeito Marginal	Efeito Marginal	Efeito Marginal	Efeito Marginal
es	-0,0234*** (0,0125)	-0,0101 ^{ns} (0,0087)	0,0207** (0,0113)	0,0128 ^{ns} (0,0113)
as	-0,1413 ^{ns} (0,0991)	0,0129 ^{ns} (0,0119)	-0,5797* (0,0929)	0,7081* (0,0991)
areatotal	0,00499*** (0,0025)	0,00092 ^{ns} (0,00085)	0,00092 ^{ns} (0,00207)	-0,00685** (0,00296)
cred	-2,37E-06* (6,21E-06)	-1,44E-06*** (9,2E-07)	3,19E-06 ^{ns} (3,08E-06)	0,000022* (5,56E-06)
t	-0,2723** (0,1229)	-0,02685 ^{ns} (0,02759)	-0,10979 ^{ns} (0,1132)	0,4090* (0,1335)
r	-0,2035*** (0,1165)	-0,03758 ^{ns} (0,0376)	0,3558* (0,1171)	-0,11476 ^{ns} (0,1349)
kp	-5,07E-06* (1,26E-06)	-2,89E-07 ^{ns} (2,88E-07)	4,52E-07 ^{ns} (8,79E-07)	4,91E-06* (1,26E-06)
Probabilidade de adoção	Prob(j=0)=0,392	Prob(j=1)=0,0157	Prob(j=2)=0,2143	Prob(j=3)=0,377

Fonte: Dados da pesquisa.

* significativo a 1%.

** significativo a 5%.

*** significativo a 10%.

^{ns} não-significativo.

• em que: (es) escolaridade; (as) associativismo; (areatotal) área total explorada na cafeicultura; (cred) crédito; (t) treinamento; (r) rentabilidade; e (kp) capital próprio.
(Os valores entre parênteses são os desvios-padrão).

Quanto à variação na probabilidade de não se adotar nenhum nível de tecnologia pós-colheita, quando se alternava em uma unidade a variável explicativa $\partial P(j=0)/\partial X_k$,¹⁴ observa-se que o aumento de um ano na escolaridade do produtor diminuiu em 2,34 pontos percentuais (p.p.) a probabilidade de o produtor adotar nenhum tipo de tecnologia pós-colheita. Um aumento de R\$ 10.000,00 no crédito de custeio e investimento provocou redução de 2,37 p.p. na mesma probabilidade. Considerando a participação do produtor e de

¹⁴ Para o caso de variáveis dummy o efeito marginal é representado por $(\Delta P(j=0)/\Delta X_k)$ com X_k variando de 0 para 1).

funcionários em treinamento, a queda foi de 27,23 p.p. na probabilidade de não se utilizar tecnologia pós-colheita. Tais resultados já eram esperados, visto que, com mais escolaridade, crédito e treinamento, os produtores deveriam adotar maiores níveis tecnológicos. Análise similar pode ser estendida à variável rentabilidade. A mudança na rentabilidade de baixa para média/alta diminuiu em 20,35 p.p. a probabilidade de o cafeicultor adotar nenhum tipo de tecnologia pós-colheita. Quando o produtor aumentou 1 ha na área plantada com café, a probabilidade de ele adotar nenhum nível tecnológico subiu 0,5 p.p.. A mudança de não-associado para associado da associação de cafeicultores (as), por sua vez, não provocaria efeitos significativos na mesma probabilidade. Portanto, os EM das variáveis treinamento (t) e rentabilidade (r) foram mais importantes para a adoção de algum nível de tecnológico.

Observa-se, ainda na Tabela 7, que a probabilidade de adoção de nenhum tipo de tecnologia pós-colheita pelo conjunto de variáveis, nos pontos médios, foi bastante alta, $\text{Prob}(j=0)=0,392$ ou de 39,2%.

Com relação ao efeito marginal sobre a probabilidade de adoção do primeiro nível de tecnologia pós-colheita ($\partial P(j=1)/\partial X_k$), destacam-se o crédito de custeio e investimento, cujo aumento de R\$ 10.000,00 nessa variável, diminuiu em 1,44 p.p. a probabilidade de o produtor utilizar tal patamar tecnológico. Argumenta-se que a alternativa $j=1$ é baixa e que, portanto, maior disponibilidade de crédito estimularia o cafeicultor a adotar graus mais elevados de tecnologia. As demais variáveis (es), (as), (areatotal), (t), (r) e (kp) não provocaram efeitos marginais significativos na probabilidade de adoção do primeiro nível de tecnologia, a qual foi de apenas $\text{Prob}(j=1)=0,0157$.

Quanto ao efeito marginal sobre a probabilidade de adoção do segundo nível de tecnologia pós-colheita ($\partial P(j=2)/\partial X_k$), destaca-se que o aumento de um ano na escolaridade do produtor elevou em 2,07 p.p. a probabilidade de se utilizar tal patamar tecnológico. O associativismo (as) diminuiu em 57,97 p.p. a mesma probabilidade. Quanto à rentabilidade, observa-se que a mudança na variável, de baixa para média/alta, elevou em 35,58 p.p. a probabilidade de se adotar o segundo nível de tecnologia.

Portanto, para o segundo nível tecnológico, o EM da variável rentabilidade foi o mais importante para aumentar a probabilidade de adoção. Por outro lado, o EM da variável associativismo teve maior peso na redução da probabilidade de escolha de tal nível, ou seja, os produtores que participavam de Associação de Cafeicultores consideravam mais vantajoso entregar o café seco em coco (primeiro nível tecnológico) ou despulpado (terceiro nível tecnológico). A probabilidade de escolha desse nível tecnológico é $\text{Prob}(j=2)=0,214$.

O efeito marginal sobre a probabilidade de adoção do terceiro nível de tecnologia pós-colheita ($\partial P(j=3)/\partial X_k$) aponta que o associativismo aumentou em 70,81 p.p. a probabilidade de adoção desse patamar, mostrando-se uma variável fundamental para explicar a utilização tecnológica do despulpamento.

O aumento de R\$ 10.000,00 no crédito de custeio e investimento elevou em 22 p.p. a probabilidade de o cafeicultor adotar o terceiro nível de tecnologia. Ao passar de não-treinado para treinado, o produtor aumenta em 40,9 p.p. a probabilidade de adoção de tal patamar tecnológico. Uma alta de R\$ 100.000,00 no capital próprio, por sua vez, eleva em 49,1 p.p. a mesma probabilidade. Dessa forma, as variáveis associativismo, capital próprio, treinamento e crédito, respectivamente, foram as mais importantes para aumentar a probabilidade de adoção do terceiro nível de tecnologia pós-colheita, de $\text{Prob}(j=3)=0,377$.

Os resultados da alternativa ($j=3$) assemelham-se aos encontrados por Monte e Teixeira (2006), que mediram a adoção da tecnologia de despulpamento na cafeicultura de Venda Nova do Imigrante (ES) por meio do modelo Logit. Ou seja, as variáveis rentabilidade, associativismo, capital próprio e treinamento foram, nesta ordem, as mais importantes para determinar a adoção da tecnologia. Aproximam-se também, dos dados encontrados por Lanna et al. (2009), que, ao utilizar o Logit, identificaram as variáveis associativismo, escolaridade, capital próprio, rentabilidade e treinamento como determinantes na utilização do despulpamento por produtores de Viçosa (MG).

6. Conclusões

Com a realização deste trabalho, conclui-se que os cafeicultores da região de Viçosa, no estado de Minas Gerais, adotam níveis de tecnologia de pós-colheita de forma sequencial. Considerando o ano de 2007, período escolhido para esta pesquisa, os produtores que despulpavam o café apresentaram, na média, maiores graus de escolaridade e treinamento, em relação aos que adotavam apenas o terreiro secador (primeiro patamar tecnológico).

Para os produtores que não adotavam tecnologia pós-colheita, as variáveis escolaridade, associativismo, crédito, treinamento e capital próprio aumentavam as chances de alguma adoção tecnológica. Para aqueles que optavam pelo primeiro nível, as variáveis escolaridade, crédito, treinamento, rentabilidade e capital próprio elevavam as chances de adoção de maiores patamares tecnológicos. No segundo nível, observa-se que associativismo, crédito, treinamento e capital próprio aumentavam a probabilidade de o produtor adotar o maior nível de tecnologia pós-colheita. Portanto, as principais variáveis determinantes da adoção de maiores níveis tecnológicos são associativismo, rentabilidade, treinamento, crédito, capital próprio e escolaridade.

Quanto aos efeitos marginais, conclui-se que, para os cafeicultores que não adotavam tecnologia pós-colheita, o treinamento e a rentabilidade foram as variáveis mais importantes. Para aqueles que optavam pelo primeiro nível, o efeito marginal do crédito foi o principal fator para elevar a probabilidade de adoção de níveis tecnológicos subsequentes. No segundo nível, o efeito marginal do associativismo foi o que mais pesou na redução da probabilidade de escolha

de tal patamar. Já o efeito marginal da rentabilidade foi o mais importante para aumentar a probabilidade de adoção tecnológica nesse nível. Por fim, observa-se que, para os produtores que adotavam o terceiro patamar de tecnologia pós-colheita, as mudanças nas variáveis associativismo, capital próprio, treinamento e crédito foram as mais ativas no aumento da probabilidade de adoção desse nível. Observa-se, desse modo, que os efeitos marginais mais importantes para adoção de maiores níveis tecnológicos foram associativismo, treinamento, crédito e rentabilidade.

Todos os efeitos marginais das variáveis apresentaram comportamentos esperados, conforme fundamentação teórica, exceto a variável área total explorada com a cafeicultura. Isso é um indicativo de que, na tecnologia pós-colheita em Viçosa (MG), a variável área não é importante para explicar a adoção de níveis tecnológicos mais elevados. Entre as razões está a estrutura fundiária da região, composta de pequenas propriedades e agricultores familiares, em sua maioria.

Observa-se, ainda, que associativismo e treinamento foram as variáveis-chaves nas mudanças das probabilidades de se adotar maiores níveis tecnológicos. Mediante treinamento, o agricultor torna-se mais capacitado a utilizar e aprender novas técnicas, que, juntamente com o associativismo, contribuem para maior fluxo de informações sobre as novas técnicas.

Considerando que o uso de tecnologia pós-colheita é de fundamental importância para a melhoria da qualidade e da competitividade do produto nacional, é extremamente necessário que sejam formuladas políticas de estímulo a tal adoção. Ao reconhecer o caráter sequencial da mesma, os recursos de crédito para o setor, a exemplo dos oferecidos pelo Moderfrota e pelo Funcafé, devem possibilitar a aquisição, em etapas, da tecnologia disponível.

7. Referências Bibliográficas

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. *Coffe Bussiness*. Rio de Janeiro, vol. 8, 2002.

ALVES, E. R. A. *A produtividade da agricultura*. Brasília: EMBRAPA. 1979, 56 p.

BRESSAN, V. G. F.; BRESSAN, A. A.; LIMA, J. E.; BRAGA, M. J. Análise da alavancagem das empresas de capital aberto do agronegócio brasileiro: uma abordagem usando Logit Multinomial. *Revista de Economia e Agronegócio (REA)*, vol.6, n.1. jan./abr. 2008. p.51-80.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P.K. *Microeconometrics: methods and applications*. New York: Cambridge University Press, 2005. p. 490-528.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Central de informações agropecuárias*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3_levantamento_200708.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2008.

CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ- CBP&D/Café. *Relatório do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café: PNP&D/Café*. Brasília, 2004.

DORFMAN, J. H. Modeling Multiple Adoption Decision in a Joint Framework. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(3), Aug 1996. p. 547-557.

ERSADO, L.; AMACHER, G.; ALWANG, J. Productivity and land enhancing technologies in Northern Ethiopia: health, public investments, and sequential adoption. *American Journal of Agricultural Economics*. 86(2), May 2004. p. 321-331.

FERGUSON, C. E. *Microeconomia*. 15ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995. 610 p.

FONSECA, J. S., MARTINS, G. A. *Curso de estatística*. São Paulo: 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320 p.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGVDADOS. *Dados da FGV*. Disponível em: < <http://www.fgvdados.fgv.br/> >. Acesso em: 01 de dezembro de 2009.

GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. 5th. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2003. p.719-723.

GRILICHES, C.W. Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. *American Economic Review*, v.54, n.6, p.961-974, Dec. 1964.

HAYAMI, Y. RUTTAN, V. *Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais*. Brasília, DF: Embrapa, 1988. 367 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Produção agrícola municipal*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de junho de 2005.

JOHNSTON, J.; DiNARDO, J. *Métodos econométricos*. 4ª.ed. Lisboa: McGraw-Hill, 2001. 573 p.

LANNA, G. B. M. *Determinantes da adoção de tecnologia de “pós-colheita” na cafeicultura de Viçosa, MG*. Viçosa: PROBIC/FAPEMIG. 84p. Relatório final (Iniciação científica) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

LANNA, G. B. M.; TEIXEIRA, E. C.; REIS, R. P. Determinantes da adoção da tecnologia de despolpamento na cafeicultura: estudo de uma região produtora da Zona da Mata de Minas Gerais. In: *XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)*, Porto Alegre-RS, 2009.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. *Plano Safra da Agricultura Familiar 2008/09*. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acesso em: 24 jul. 2008.

MONTE, E. Z., TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção da tecnologia “pós-colheita” na cultura do café em Venda Nova do Imigrante, ES. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. v.44, n. 02, p.201-217, 2006.

MUNDLAK, Y. Endogenous Technology and Measurement of Productivity. In: CAPALBO, S. M.; ANTLE, J. M. (ed.). *Agriculture Productivity: Measurement and Explanation*. Washington, D.C.: Resources for the future, 1988. Cap. 11. p.316-331.

PROGRAMA MUNICIPAL DE FOMENTO À CAFEICULTURA – PRÓ-CAFÊ. *Divulgação dos trabalhos do IV Encontro de avaliação técnica, III Ciclo de palestras e I Encontro regional de cafeicultores*. Viçosa: UFV,2003.

SCHUMPETER, J. A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1985. 169 p.

SILVA, S. P.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção tecnológica “plantio direto” na cultura de soja em Goiás. *Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília*, DF, v.40, n.2, p. 305-326, 2002.

SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, v.70, p.65-94, 1956.

VALENTE, M. L. C. ; MOURA, A. D. Impactos do Uso de Máquinas Despolpadoras de Café na Organização da Cadeia Produtiva na Microrregião de Viçosa (MG): O Caso da INCOFEX. In: *XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER)*, Ribeirão Preto-SP, 2005.