

ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE CANA DE AÇUCAR POR MODELOS ECONOMÉTRICOS

Adriana Ferreira de Moraes¹, Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido² Washington
Bruno Silva Pereira³ Maiqui Izidoro³

¹Ciências Contábeis, mestranda em administração, UNESP-FCAV, Jaboticabal. e-mail: lucas-aparecido@outlook.com

²Eng. Agr., mestrando em produção vegetal, UNESP-FCAV, Jaboticabal, SP.

³Aluno de engenharia agrônoma, IFSULDEMINAS, Muzambinho, MG.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho calibrar modelos econométricos estatísticos para estimar a produtividade da cana de açúcar na região de Piracicaba, SP, identificando os elementos econométricos mais influenciam a produtividade do cultivo. Foram utilizados dados do período de 1990-2014 da região de Piracicaba, SP. Os dados utilizados foram de produção (kg ha^{-1}), área plantada (ha), crédito rural agricultura (reais, \$), valor adicionado da agropecuária (em milhões de reais, \$), participação da agropecuária no total do valor adicionado (%). As equações foram geradas em rotina de “Visual Basic for Applications” (VBA). A classificação dos melhores modelos foi pela acurácia (MAPE), pela precisão (R^2 aj) e pelo valor-p. As regressões utilizadas foram lineares múltiplas. Os modelos econométricos desenvolvidos foram acurados para realizar a estimação da produtividade do cultivo da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP.

INTRODUÇÃO

A importância econômica da cana-de-açúcar para o país é incontestável, seja na produção de biocombustível renovável ou na geração de divisas pela exportação de açúcar. O setor sucroalcooleiro nacional contabilizou 1.283.258 empregos

formais até 2008, sendo 37,5 % ocupados pelo cultivo; 44,8 % na produção e refino de açúcar e 17,7 % na produção de etanol. No setor também se contabilizou aproximadamente 3,85 milhões de pessoas empregadas indiretamente (UNICA, 2010).

Uma maneira de avaliar os efeitos econômicos na produtividade dos cultivos é por meio dos modelos de simulação (VIANNA; SENTELHAS, 2014), conhecidos como modelos econométricos. A representação matemática de um sistema é conhecida como modelo e o processo de desenvolvimento deste, a modelagem (JONES et al., 1987).

Poucos trabalhos realizam a estimativa da produtividade da cana de açúcar em função das condições econométricas. Assim, objetivou-se calibrar modelos econométricos estatísticos para estimar a produtividade da cana de açúcar na região de Piracicaba, SP, identificando os elementos econométricos mais influentes na produtividade do cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho foi à região de Piracicaba (latitude: $-22^{\circ} 43' 31''$; longitude: $-47^{\circ} 38' 57''$ e altitude: 547 m), no estado de São Paulo, região expressiva em área, produção e importância econômica no cultivo da cana-de-açúcar. Os dados utilizados foram do período de 1990-2014, obtidos no Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2015) e na Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2015).

Foram utilizados dados de produtividade; dados de produção (t); área planta (ha); valor da produção de cana-de-açúcar (milhões de reais), que é produção multiplicada pelo preço médio recebido pelos produtores do município, ponderado pelas quantidades colhidas ao longo do ano civil; e o valor adicionado municipal da agropecuária (milhões de reais), que é o valor que a atividade das empresas de agropecuária agregam aos bens e serviços consumidos durante o seu processo produtivo.

Para realizar a modelagem da estimação de produtividade anual em função de variáveis econométricas foram utilizadas regressões lineares múltiplas, sendo que a variável dependente é a produtividade anual e as variáveis independentes os elementos econométricos.

$$Y = a \times X_1 + b \times X_2 + c \times X_3 + \dots + C.L. \quad (1)$$

sendo, Y a produtividade em toneladas ha⁻¹; a, b, c,...; são os coeficientes (pesos) angulares, X₁, X₂, X₃,..., são as variáveis econométricas selecionadas e C.L. o coeficiente linear.

As equações foram geradas em rotina de “Visual Basic for Applications” (VBA) no ambiente MS-Excel 2010. A classificação dos melhores modelos foi feita de acordo com os índices estatísticos de acurácia pelo erro percentual absoluto médio (MAPE) e precisão pelo coeficiente de determinação ajustado (R² ajustado) (equações 2 e 3), considerando apenas regressões estatisticamente significativas pelo teste F (valor-p < 0,05).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\left| \frac{Y_{est_i} - Y_{obs_i}}{Y_{obs_i}} \right| * 100 \right)}{N} \quad (2)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = \left[1 - \frac{(1-R^2) \times (n-1)}{N-k-1} \right] \quad (3)$$

em que, Y_{est_i}: produtividade estimada no ano i; Y_{obs_i}: produtividade observada; N: número de dados e k: número de variáveis independentes da regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de cana-de-açúcar na região de Piracicaba no período de 1990 a 2014 em média foi de 3,58 milhões de toneladas, com um desvio padrão de 0,56 milhões de toneladas. A área utilizada para produção de cana de açúcar foi 45,05 mil hectares, com um desvio padrão de 5,66 mil hectares (Figura 1). Verificou-se que a área plantada influencia a variação da produção de cana-de-açúcar em apenas 43,2%.

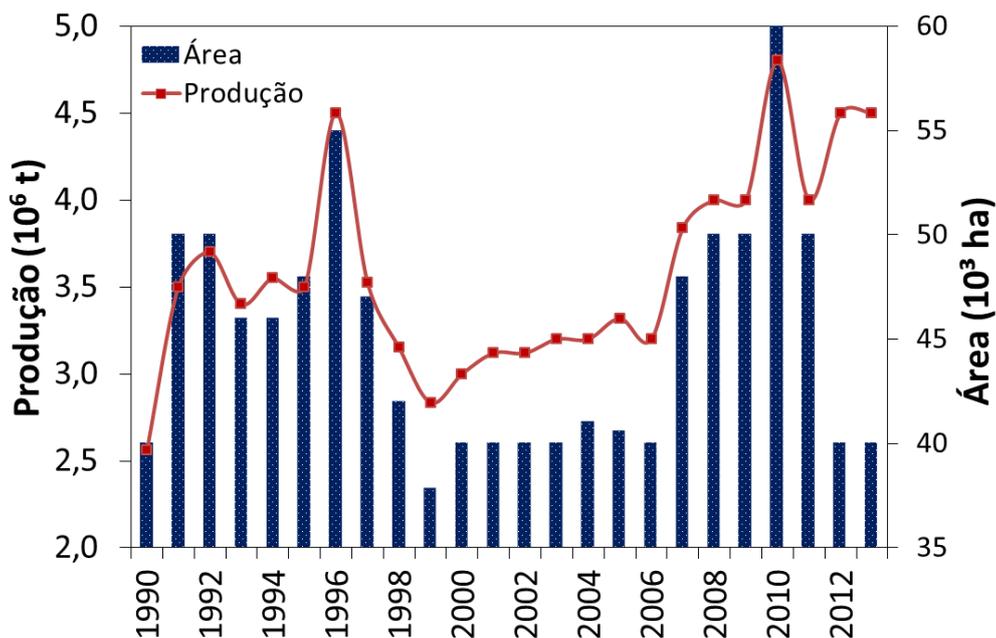


Figura 1. Avaliação da produção e da área plantada de cana de açúcar na região de Piracicaba, SP.

Os modelos econométricos desenvolvidos para estimativa da produtividade anual de cana-de-açúcar na região de Piracicaba foram todos acurados, com baixos valores de MAPE (erro) e apresentando p-valores significativos ($< 0,05$). O melhor modelo (Equação 1), demonstrou uma precisão elevada ($R^2 \text{ Aj} = 0,83$) e 0,93% de MAPE (Figura 2). Vale ressaltar que um erro de 0,93% é muito baixo, uma vez que a uma variação de apenas $\pm 0,71 \text{ t ha}^{-1}$ na região de Piracicaba (produtividade média de $76,7 \text{ t ha}^{-1}$).

$$\text{Produtividade} = 0,0092 \cdot \mathbf{VAA} + 0,000084 \cdot \mathbf{VP} - 0,000125 \cdot \mathbf{AC} - 0,00017 \cdot \mathbf{AN} + 90,70$$

em que: VAA = Valor adicionado da agropecuária (em milhões de reais correntes); VP = valor da produção (em mil reais correntes); AC = área plantada com cana-de-açúcar para corte; NA = área nova plantada com cana-de-açúcar.

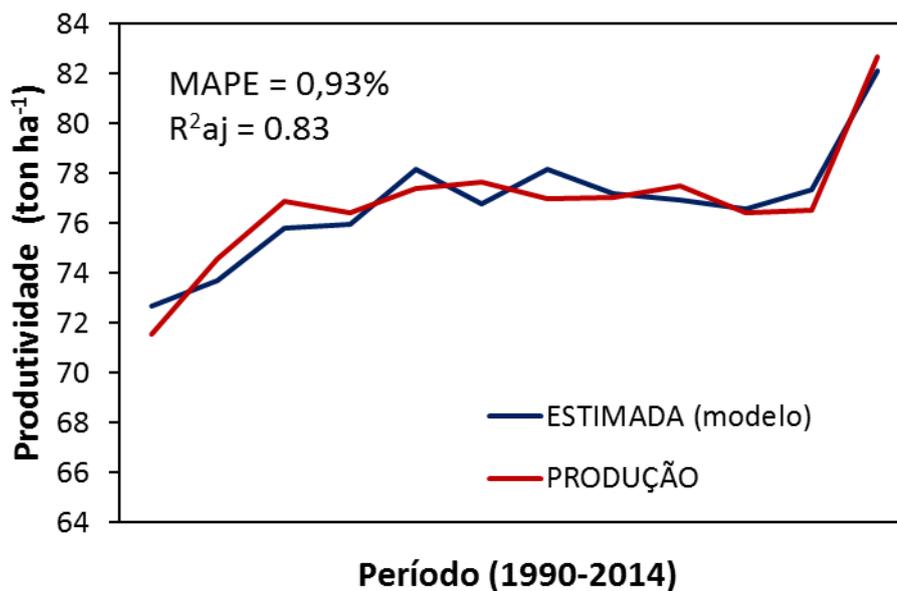


Figura 2. Produtividade estimada pelo modelo econométrico para a localidade de Piracicaba, SP.

De maneira geral, a variável econométrica com maior importância para estimativa da produtividade anual de cana-de-açúcar na região de Piracicaba foi o Valor Adicionado da Agropecuária (VAA). O VAA juntamente com o Valor da Produção, demonstraram apresentar uma relação diretamente proporcional com a produtividade.

CONCLUSÕES

Os modelos econométricos desenvolvidos foram acurados para realizar a estimação da produtividade do cultivo da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 01 ago. 2015.

JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; JAGTAP, S. S.; WILKERSON, G. G; HOOGENBOOM, G. MISHOE, J. W. SOYGRO v.5.4- Technical documentation. Agric. Eng. Dep. Res. Rep., University of Florida, Gainesville, 1987.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/imp/index.php?page=consulta&action=new&tema=1&tabs=1&aba=tabela1&origem=pesquisa_basica. Acesso em 1 dezembro de 2014.

ÚNICA. União da indústria da cana de açúcar. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>. Acesso em: 01 ago. 2015.

VIANNA, M. S.; SENTELHAS, P. C. Simulação do risco de déficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.49, n.4, p.237-246, 2014.