

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E REGRESSÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE SOJA E MILHO

Vanessa Aline Egewarth¹; Eloisa Mattei¹; Tatiane Chiapetti¹; Eurides Kuster Macedo Junior¹ Jonas Francisco Egewarth¹ e Bruna Thaina Bartzten¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná(UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon, Centro de ciências agrárias: vanessaaline_egewarth@hotmail.com, eloisa-mattei@hotmail.com, tatianechiapetti@gmail.com, kuster@unioeste.br e bruna_bartzten@hotmail.com

RESUMO: A agricultura brasileira é considerada a base da economia do país, destacando-se no cenário mundial como um dos grandes produtores de grãos, sobretudo de soja e milho. Porém, ainda há poucos estudos relacionados à avaliação da evolução do cenário produtivo dessas culturas ao longo do tempo. Contudo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma análise do comportamento da produção nacional de milho e soja, explicitando a forma dessa relação a partir da regressão linear simples e quantificando a força dessa relação, com a análise de correlação. Os dados foram obtidos a partir da coleta em documentos disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento, relativos as safras de 1976/77 a 2015/2016, com tratamento estatístico e utilização das planilhas eletrônicas tipo Excel. Os resultados demonstraram que há possibilidade de crescimento para os próximos anos, tanto para a soja como para o milho e que houve uma alta correlação entre as variáveis. O modelo apresentado apresentou variação de 7,6% na estimativa da produção de milho para a safra de 2023/24 comparado à estimativa apresentada pela CONAB. Para maior precisão na estimativa, recomenda-se a utilização de outros modelos matemáticos simultâneos a este.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil, Glycine Max, Zea mays.

ANALYSIS OF CORRELATION AND REGRESSION OF BRAZILIAN SOYBEAN AND CORN PRODUCTION

ABSTRACT: Brazilian agriculture is consider the basis of the economy of the country, standing out in the world scenario as one of the great producers of grains, mainly of soybean and corn. However, there are still few studies related to the evaluation of the evolution of the productive scenario of these crops over time. However, the objective of this work was to develop an analysis of the behavior of the domestic production of corn and soybean, explaining the form of this relationship from the simple linear regression and quantifying the strength of this relation, with the correlation analysis. The data were obtain from the collection of documents made available by Companhia Nacional de Abastecimento, for the seasons 1976/77 to 2015/2016, with statistical treatment and use of Excel spreadsheets. The results showed that there is a possibility of growth for the next years, for both soybean and maize and that there was a high correlation between the variables. The model presented a 7.6% variation in the estimate of maize production for the 2023/24 harvest compared to the estimate presented by CONAB. For estimation that is more accurate it is recommend using other mathematical models simultaneously.

Key words: Brazil, Glycine max, Zea mays.

INTRODUÇÃO

As culturas da soja e do milho destacam-se como grandes produtoras de grãos no Brasil, por serem cultivadas tanto em pequenas como em grandes extensões e por apresentarem uma importante

fonte nutricional, o que explica a sua vasta utilização para alimentação humana e principalmente animal.

Nas últimas décadas a produção brasileira de grãos, especialmente de soja e milho, vem crescendo de forma expressiva. Esse crescimento está relacionado a diversos fatores, dentre eles, os avanços científicos e tecnológicos, seja no manejo de solos como da própria cultura, o que permite que a mesma consiga expressar seu potencial produtivo em condições edafoclimáticas variadas.

A produção brasileira de soja entre as safras de 1985/86 e 2009/10 passou de 13,2 para 68,7 milhões de toneladas (com produtividade média de 1.369,4 kg ha⁻¹ e 2.927,0 kg ha⁻¹, respectivamente) (Lazzarotto e Hirakuri, 2010). Em contrapartida, a produção nacional de milho passou de 42.5 para 82.3 milhões de toneladas entre as safras de 2005/06 a 2015/16, com produtividade média de 3.279,0 kg ha⁻¹ e 5.411,0 kg ha⁻¹, respectivamente (CONAB, 2015).

A partir do exposto, é possível verificar um elevado crescimento na produtividade e consequentemente na produção de grãos no país, tornando-se coerente o questionamento de quanto irá aumentar a produção de milho e/ou a produção de soja. Neste contexto, o desenvolvimento de modelos de estimativas de safras é de grande importância, visto a carência de estudos neste sentido. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma análise de regressão linear simples e correlação que demonstre o comportamento da produção nacional de milho e soja, de forma isolada e o comportamento destas produções de forma correlacionada.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de produção de soja e milho do estado do Paraná foram coletados por meio de análise documental, disponibilizados no site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), por se tratar da técnica que melhor se adaptou ao contexto metodológico da pesquisa. Para o levantamento dos dados, foram utilizados relatórios anuais, compreendendo as safras de 1976/77 a 2015/2016, os quais estão divulgados no site institucional da empresa.

Em primeiro momento foi realizada a análise de tendência para a produção de soja e milho, individualmente, com auxílio do programa computacional Excel, para verificar o comportamento de cada variável ao longo do tempo. O cálculo da estimativa de tendência foi realizado pela equação $y = a + bx$, sendo: $a = \frac{(\sum X^2) \cdot (\sum Y) - (\sum X) \cdot (\sum XY)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$, $b = \frac{n \cdot (\sum X \cdot Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot (\sum X) - (\sum X)^2}$, em que “y” é a previsão da produção para um período “x”; “a” a ordenada à origem, ou intercepção no eixo dos Y, “b” o coeficiente angular da reta, “x” o período (partindo de X = 0) para previsão, e “n” o número de períodos observados (Tubino, 2008).

O cálculo da estimativa de tendência também foi aplicado para conhecer o efeito que a produção de soja exerce sobre a produção de milho, a fim de estabelecer uma regressão linear, a qual foi testada pelo teste F ($H_0: \beta = 0$), por meio do programa Excel.

Para indicar a proporção da variação de Y que é explicada pela regressão ($0 \leq r^2 \leq 1$), obtve-se o coeficiente de determinação através da equação: $r^2 = \frac{(\sum xy)^2}{(\sum x^2)(\sum y^2)}$. Entretanto, o valor de r^2 depende do número de observações da amostra, tendendo a crescer quando n diminui; no limite para $n = 2$, $r^2 = 1$. Para tal, o mesmo é corrigido para graus de liberdade, superando este inconveniente, através da equação: $\bar{r}^2 = r^2 - \frac{1}{n-2} (1 - r^2)$.

Posteriormente, foi realizada a análise de correlação entre as variáveis em estudo, a qual fornece um coeficiente que resume o grau de relacionamento linear entre as duas variáveis, o chamado coeficiente de correlação de Pearson. Este coeficiente pode ser obtido a partir da fórmula: $r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum(x_i - \bar{x})^2][\sum(y_i - \bar{y})^2]}}$, sendo “n” o número de períodos observados e “x” e “y” as variáveis a serem avaliadas, produção de soja e milho, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos últimos quarenta anos houve um aumento crescente da produção brasileira de soja e milho, o qual pode ser observado na análise de tendência (Figura 1 e Figura 2). Os coeficientes calculados para a produção brasileira de soja foram: $a = 4317,8$ e $b = 2044,9$, ou seja, uma equação de tendência tal que $Y_{soja} = 2044,9 X_{tempo} - 4317,8$, apresentando coeficiente de determinação de 87,90%. Enquanto que coeficientes calculados para a produção brasileira de milho foram: $a = 7350,6$ e $b = 1490,5$, ou seja, uma equação de tendência tal que $Y_{soja} = 1490,5 X_{tempo} - 7350,6$, apresentando coeficiente de determinação de 83,18%. Indicando que 87,9% e 83,18% da variável dependente produção de soja e milho, respectivamente, pode ser explicada pela variável independente ano/safra.

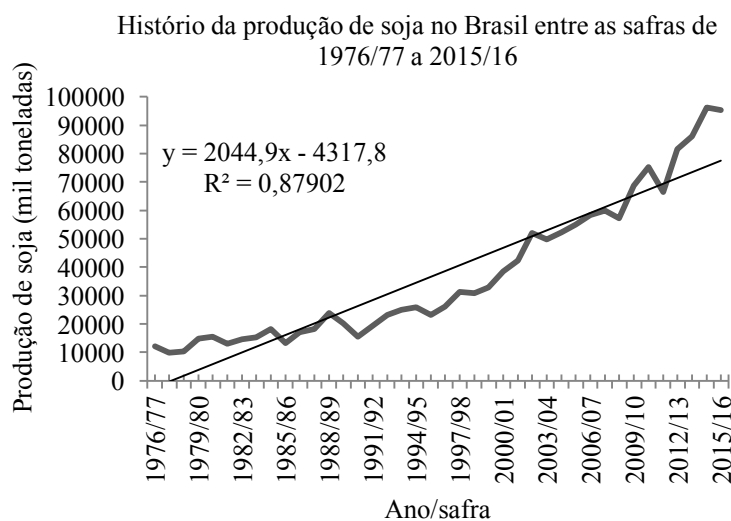


Figura 1. Histórico da produção de soja no Brasil e análise de tendência entre as safras de 1976/77 a 2015/16.

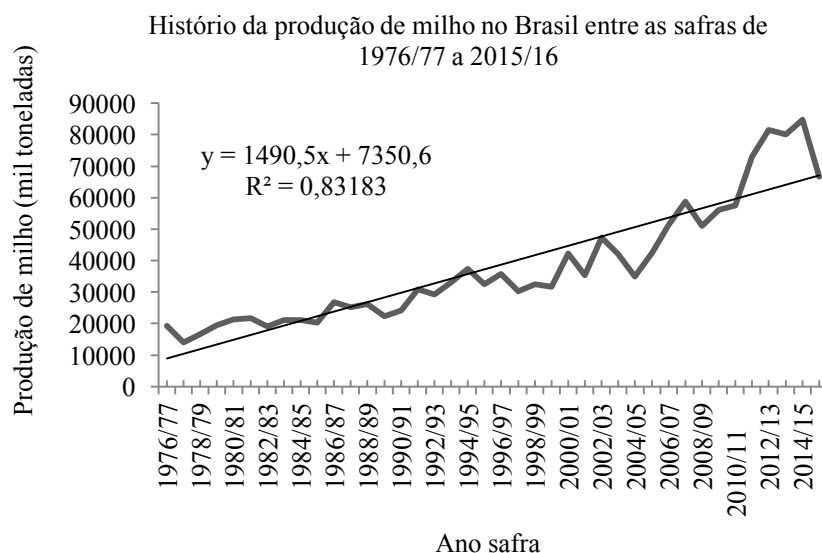


Figura 2. Histórico da produção de milho no Brasil e análise de tendência entre as safras de 1976/77 a 2015/16.

Os coeficientes de determinação são considerados altos, indicando pouca variação nos modelos. Entretanto, estes valores dependem do número de observações da amostra e para tanto, necessitam de correção. O coeficiente de determinação corrigido para a produção brasileira de soja e milho foi de 87,58% e 82,74%, respectivamente.

Atualmente a soja é cultivada especialmente nas regiões Centro Oeste e Sul do país, firmando-se como um dos produtos mais destacados da agricultura nacional e na balança comercial. Nas últimas três décadas, a soja foi a cultura agrícola brasileira que mais cresceu no país, correspondendo a 49% da área plantada em grãos no país. Este aumento deve-se aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores (MAPA, 2016).

O cultivo do milho se dá principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul em diferentes sistemas produtivos, tendo como principal destino as indústrias de rações para animais. A estimativa da produção nacional para 2019/2020 indica que a produção deverá ficar em 70,12 milhões de toneladas e o consumo em 56,20 milhões de toneladas. Tal crescimento se dará por meio de ganhos de produtividade, com projeção de crescimento da produção de 2,67% ao ano nos próximos anos, e de 0,73% de área plantada (MAPA, 2017a).

O crescimento acentuado da produção agrícola brasileira se deve, às condições econômicas e ambientais favoráveis do país, e à adoção massificada de culturas geradas com o auxílio da biotecnologia (Carrer et al., 2010). As medidas adotadas de apoio ao produtor rural abrangem a maior disponibilidade de recursos, criação de novos programas de investimento e melhoria das condições de acesso ao crédito rural. Essas melhorias consistem na elevação dos limites de financiamento de

custeio, comercialização e investimento, além de taxas de juros inferiores às de mercado, aumentando o nível de apoio ao produtor rural (MAPA, 2017b).

Através da análise de variância da regressão linear simples entre a produção brasileira de soja e milho durante as safras de 1976/77 e 2015/16 (Tabela 1) observa-se que a regressão foi significativa, indicando que a mesma pode ser aplicada para as variáveis estudadas.

Tabela 1 - Análise de variância da regressão linear simples entre a produção brasileira de soja e milho durante as safras de 1976/77 a 2015/16

Fontes de variação	gl	SQ	QM	F
Regressão	1	12960898920	12960898920	386,4060*
Resíduo	38	1274602851	33542180.29	
Total	39	14235501771		

Rejeita-se a hipótese $H_0: \beta = 0$, e se aceita a hipótese alternativa $H_1: \beta \neq 0$.

A equação obtida pela análise de regressão apresentou os seguintes coeficientes: $a = 11022$ e $b = 0,7149$ ou seja, uma equação de tendência tal que $Y_{\text{milho}} = 0,7149 X_{\text{soja}} - 11022$, apresentando coeficiente de determinação de 91,05%. O coeficiente de determinação corrigido foi de 90,81%, indicando alta confiabilidade do modelo obtido, além de coeficiente de correlação de 91,05%, indicando que há uma alta relação funcional entre as variáveis estudadas (Figura 3).

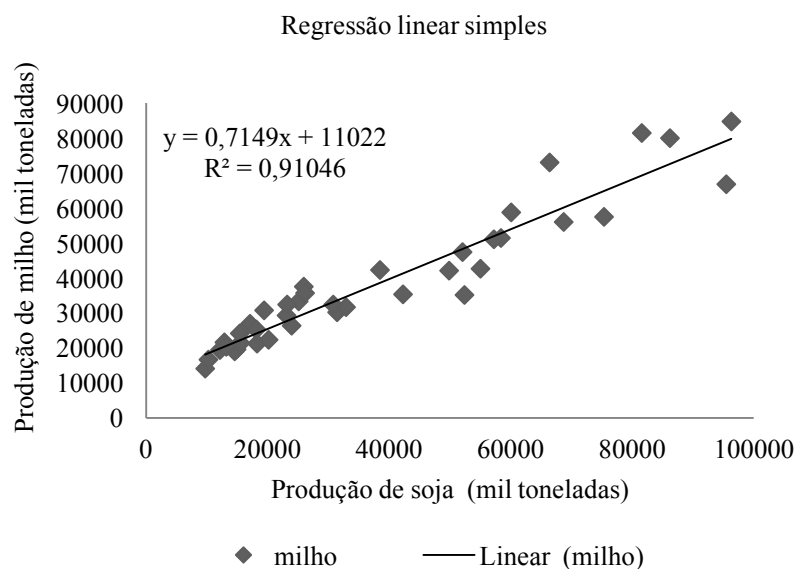


Figura 3. Gráfico da regressão linear simples da produção brasileira de milho e soja entre as safras de 1976/77 a 2015/16.

Levando em consideração a projeção da produção brasileira de soja para a safra 2023/24 apresentada pela CONAB (2014), a qual é de 117,8 milhões de toneladas, e aplicando-se o modelo proposto pelo trabalho, estima-se que a produção de milho atinja os 95,24 milhões de toneladas no

mesmo ano. Este valor é 7,6% menor que o apresentado pela CONAB, o qual foi estimado em 103,1 milhões de toneladas.

Contudo, ressalta-se que nenhuma técnica de previsão é perfeita, havendo erros causados por diversos fatores que influenciam o ambiente do agronegócio. Para tanto, é importante estabelecer uma prática de revisão contínua das previsões com a utilização de dois ou três métodos de forma simultânea (Chase; Jacobs; Aquilano, 2006). Tal estratégia foi utilizada na projeção apresentada pela CONAB, na qual foram empregados os modelos de Suavização Exponencial, Box & Jenkins (Arima) e Modelo de Espaço de Estados.

CONCLUSÕES

A pesquisa efetuada neste estudo foi baseada na produção brasileira de soja e milho, culturas as quais são de relevante importância econômica no país. Com base nos dados levantados verificou-se que ambas cadeias se encontram em expansão e com possibilidades de crescimento para os próximos anos.

Os resultados obtidos demonstram alta correlação entre as variáveis, uma vez que o índice de correlação de Pearson encontrado foi de 91,05%, possibilitando a aceitação do modelo matemático analisado neste estudo como ferramenta para estimativa do comportamento futura da produção de milho.

O modelo apresentado apresentou variação de 7,6% na estimativa da produção de milho para a safra de 2023/24 comparado à estimativa apresentada pela CONAB. Para maior precisão na estimativa, recomenda-se a utilização de outros modelos matemáticos simultâneos a este.

REFERÊNCIAS

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

CHASE, R B. JACOBS, R. F. AQUILANO, N. T. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, p. 38-44, 161.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) – Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, Safra 2015/2016, Terceiro Levantamento, dezembro 2015. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Projeções do agronegócio 2013/14 a 2023/24. Brasília, 2014, 84p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Soja. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>> Acesso em: 16 jun. 2016.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Milho. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>> Acesso em: 15 jan. 2017a.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Plano agrícola e pecuário 2014/2015. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PAP%202014-2015.pdf> Acesso em: 15 jan. 2017b.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle de produção**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2008.