

MODELOS EMPÍRICOS DE CRESCIMENTO EM GENÓTIPO DE SOJA IRRIGADA

Manoel Alpiano Neto¹, Wemerson Saulo da Silva Barbosa², José Antônio Costa Silva³,
Marcos Antônio Ferreira de Moraes⁴, Jair Quintela da Silva Junior⁵, Ricardo Araújo Ferreira
Junior⁶

RESUMO: Estudos de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) em Alagoas tem aumentado, uma vez que se deseja caracterizar o potencial produtivo de cultivares adaptadas ao estado. Nesse sentido, a utilização de modelagem como ferramenta na tomada de decisão, desse cultivo, é de grande importância. Entretanto é necessário conhecer modelos que melhor se ajuste a cultura da soja. O objetivo desse trabalho foi determinar o melhor modelo para o comportamento do crescimento dos genótipos de soja com base na altura do dossel e biomassa seca. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), com delineamento em bloco ao acaso com seis cultivares (AS 3730, BMX-POTÊNCIA, BRS-9383, M 6210, M 8349 e M 6410) e cinco repetições. Os dados foram coletados periodicamente de acordo com a fenologia da cultura. No ajuste das equações utilizou-se os modelos *Logístico* e *Gompertz*. As análises de ajuste dos modelos *logístico* e *Gompertz* mostraram determinações significativas (menos para W_0 do modelo *logístico*), em função dos dias após o semeio, com coeficientes de determinação superiores a 0,98 o que indica a viabilidade de utilização desses modelos.

PALAVRAS-CHAVE: *Gompertz*, *logístico*, dossel vegetativo e biomassa.

EMPIRICAL GROWTH MODELS OF IRRIGATED SOYBEAN GENOTYPE

ABSTRACT: Studies of soybean cultivars (*Glycine max* (L.) Merr.) in Alagoas have increased, in order to characterize the productive potential of cultivars adapted to the state. In this sense,

¹Graduando em Agronomia. CECA/UFAL. Rio Largo – Alagoas. Email: manoelalpiano@gmail.com

²Eng. Agrônomo, doutorando em Produção Vegetal. Rio Largo – Alagoas. Email: agrowssb@gmail.com

³Graduando em Agronomia. CECA/UFAL. Rio Largo – Alagoas. Email: j.antoniocosta.s@hotmail.com

⁴Graduando em Agronomia. CECA/UFAL. Rio Largo – Alagoas. Email: jair.junior@ceca.ufal.br

⁵Graduando em Agronomia. CECA/UFAL. Rio Largo – Alagoas. Email: marcoscascavel38@gmail.com

⁶Eng. Agrônomo. Professor Dr. do CECA/UFAL. Rio Largo – AL. Email: ricardo.junior@ceca.ufal.br

the use of modeling as a tool for decision making of this crop, is of great importance. However, it is necessary to know models that best fit the soybean crop. The objective of this work was to determine the best model for the growth behavior of the genotypes based on canopy height and dry biomass. The experiment was conducted in a randomized block design with six cultivars (AS 3730, BMX-POWER, BRS-9383, M 6210, M 8349 and M 6410) at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Alagoas (ASC / FUAL) and five replicates. The data were collected periodically according to the crop phenology. In the adjustment of the equations the *Logistic* and *Gompertz* models were used. The adjustment analyzes of the *logistic* and *Gompertz* models showed significant determinations (less for W_0 of the *logistic* model), in function of the days after sowing variable, with determination coefficients above 0.98 indicating the feasibility of using these models.

KEYWORDS: *Gompertz*, *logístico*, dossel vegetativo e biomassa.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) do mundo, com cerca de 117,0 milhões de toneladas dessa *commodity*, em uma área plantada de 35,1 milhões de hectares e produtividade média equivalente a 3.350,0 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2019).

O grão da soja se caracteriza por ter boa parte do seu peso seco constituído de proteínas e óleos, tem grande aplicação na alimentação humana e animal. O que significa ser uma excelente fonte de nutrientes. Portanto, pode ser uma boa alternativa para ocupar as áreas anteriormente cultivadas com cana-de-açúcar no estado de Alagoas. Mas devido ao baixo conhecimento técnico científico em produção de soja no território alagoano, torna-se necessário estudos de cultivares com intuito de selecionar as de melhor desempenho nessa região. Nesse sentido, as análises de crescimento podem ser aplicadas para determinar a capacidade produtiva de uma cultura agrícola em regiões climáticas específicas (LOPES e LIMA, 2015). Com essa finalidade, recomenda-se a utilização de modelos matemáticos que podem reproduzir com eficiência as formas de crescimento e desempenho de plantas de soja. E dessa forma auxiliar nas decisões dos agricultores. Para esse tipo de trabalho, existem diversos modelos que simulam o comportamento de variáveis de crescimento e produtividade agrícola de cultivos de grãos, como exemplo dos modelos *Logístico* e *Gompertz*.

O presente trabalho tem como objetivo comparar a altura média do dossel (AD) e biomassa seca média (BMS) em função dos dias após o semeio (DAS) de cultivares de soja observados

na região de Rio Largo, AL e as curvas estimadas pelos modelos de crescimento *Logístico* e *Gompertz*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas no município de Rio Largo (Figura 1.), numa área de 0,12 ha. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com 6 tratamentos (cultivar AS 3730, BMX-Potência, BRS-9383, M 6210, M 8349 e M 6410) e 5 repetições, em parcelas de 25,0 m². A umidade do solo foi monitorada pelo balanço hídrico de Thornthwaite Mather (1955). A altura média do dossel (AD) para cada cultivar foi medida, inicialmente de 10 em 10 dias e após a fase inicial de crescimento, passou a ser feita a cada 15 dias. A biomassa seca média (BMS) de cada cultivar foi determinada usando 5 plantas por parcelas, sendo elas, secadas em estufa a 65 °C por 72 horas e pesadas em balança de precisão. As medidas de AD foram realizadas em 5 plantas por parcela, com uma fita métrica do colo da raiz da planta até a parte mais alta do dossel vegetativo. Os valores de AD e BMS foram ajustados pelos modelos de *Gompertz* e *Logístico*, conforme as Equações 1 e 2.

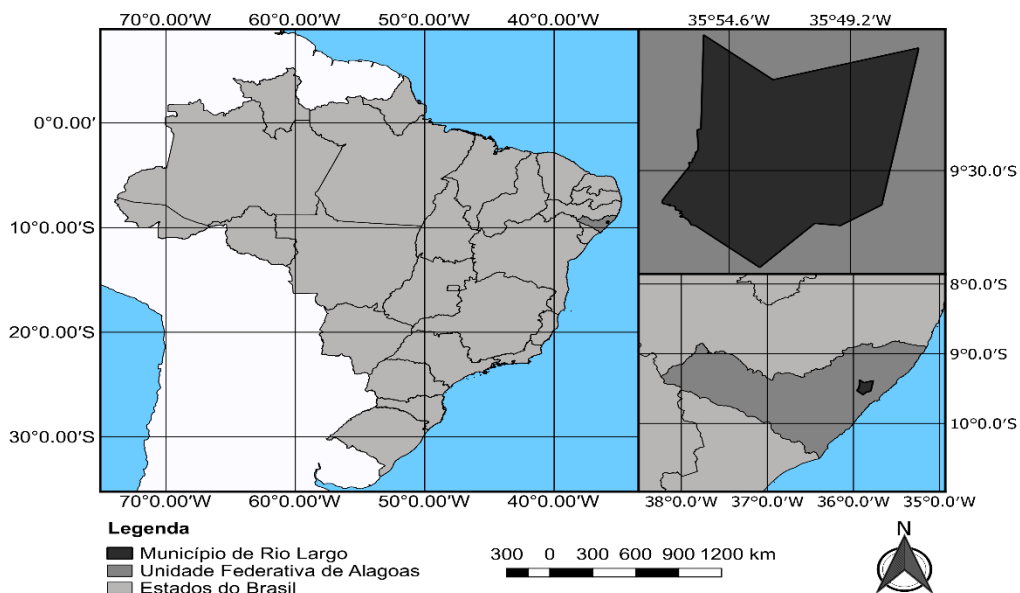


Figura 1. Localização do município de Rio Largo – AL

Equação 1, modelo *Gompertz*.

$$y = a \exp \left(-\exp \left(-\frac{(x-X_0)}{b} \right) \right) \quad (1)$$

Em que, y é o valor do crescimento (para altura do dossel-cm ou biomassa seca-g) previsto, b o crescimento inicial, a o crescimento final, X_0 o ponto de inflexão e X o valor de DAS.

Equação 2, modelo *Logístico*.

$$W = W_f \left(\frac{W_f}{1 + \left(\frac{W_f}{W_0} - 1 \right) \exp(-rx)} \right) \quad (2)$$

Em que, W é o valor previsto (para altura do dossel-cm ou biomassa seca-g); W_0 crescimento inicial; W_f é crescimento máximo; r a taxa de crescimento relativo e x o valor total de DAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados observados para altura do dossel mínima e máxima foi de 7,3 e 101,2 cm aos 10 e 105 DAS respectivamente. O modelo de *Gompertz* descreveu o crescimento inicial de 13,1 cm e altura máxima do dossel como 103,4 cm com R^2_{aj} de 0,98, todos coeficientes da equação foram significativos ao nível de 1%, pelo teste f (Tabela 1.).

O modelo *Logístico* para as mesmas variáveis (altura do dossel aos 10 DAS e final 105 DAS) ficou entre 2,4 e 101,2 cm, com R^2_{aj} de 0,99. Portanto, o modelo *Logístico* apresentou valores estimados mais próximos dos dados observados do que o *Gompertz*. Todos coeficientes da equação foram significativos ao nível de 1%, pelo teste f com exceção do W_0 para BMS.

Rocha (2012) avaliando o crescimento do milho, verificou que o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) pelo modelo *Logístico* para altura do dossel foi de 0,98 a 0,99.

(Andrade Neto et al., 2010) ajustaram o modelo *Logístico*, para altura do dossel da cultura do sorgo, obtiveram R^2_{aj} entre 0,91 e 0,99.

Na Figura 2 constam as curvas de crescimento da altura do dossel vegetativo de soja, estimadas pelos modelos *Gompertz* e *Logístico* e os valores observados, na região de Rio Largo, Al., no período de 14/11/2018 a 03/04/2019.

Tabela 1. Valores iniciais (W_0) e máximos médio (W_f) para AD e BMS com seus coeficientes de crescimento relativo (r) do modelo *Logístico* com seus R^2 aj. Valores iniciais (B) e máximos médio (A) para AD e BMS com seus valores do ponto de inflexão (X_0) do modelo de *Gompertz* e seu R^2 aj, em Rio Largo – AL de 14/11/2018 à 03/04/2019.

AD	Modelo de Gompertz	AD	Modelo Logístico
A	103,4** ($\pm 3,4$)	W_f	101,5** ($\pm 1,6$)
B	14,0** ($\pm 2,0$)	W_0	2,4** ($\pm 0,7$)
X_0	27,8** ($\pm 1,4$)	r	0,11** ($\pm 0,02$)
R^2	0,98	R^2	0,99
BMS		BMS	
A	157,2** ($\pm 5,8$)	W_f	153,7** ($\pm 153,6$)
B	12,7** ($\pm 1,9$)	W_0	0,3 ^{ns} ($\pm 0,22$)
X_0	47,5** ($\pm 1,2$)	r	0,12** ($\pm 0,01$)
R^2	0,99	R^2	0,99

¹**Significativo a nível de 1%; ²ns não significativo pelo teste F;

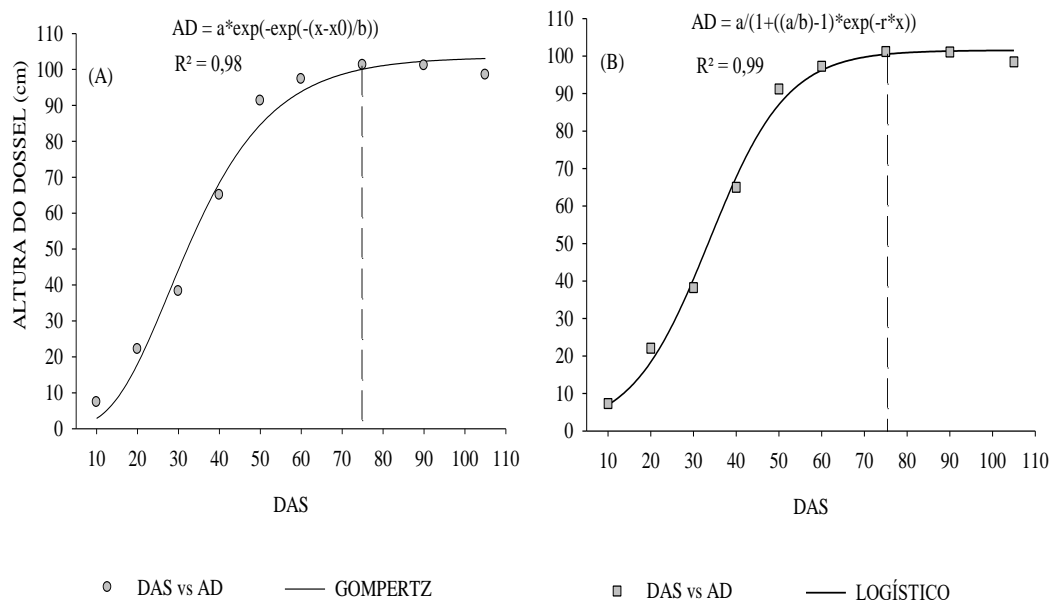


Figura 2. Curvas de crescimento estimadas pelos modelos *Gompertz* e *Logístico* com média da altura do dossel (AD) das cultivares analisadas em Rio Largo – AL de 14/11/2018 à 03/04/2019 em função dos dias após o semeio (DAS).

Os valores médios observados de BMS mínima, aos 30 DAS, e BMS máxima, aos 105 DAS, foram de 8,1 e 154,2 g, respectivamente. O modelo *Logístico* descreveu a BMS mínima média como 0,3^{ns} e BMS máxima média 153,7 g com um R^2 aj de 0,99. O Modelo de *Gompertz* apresentou BMS mínima de 12,7 g, 30 DAS, e máxima de 157,2 g, aos 105 DAS, também com R^2 0,99. Com exceção da BMS mínima média do *Logístico*, todos os coeficientes tiveram

significância de 1%. Na Figura 3 constam as curvas de crescimento de biomassa seca de soja, estimadas pelos modelos *Gompertz* e *Logístico* e os valores observados, na região de Rio Largo, Al., no período de 14/11/2018 a 03/04/2019. Uma diferença significativa está no fato de que o modelo de *Gompertz* oferece um ponto de inflexão no gráfico (X_0) e o modelo *Logístico* não oferece esse ponto de inflexão, mas oferece o crescimento relativo (r) que foi 0,12 a cada 10 DAS aproximadamente.

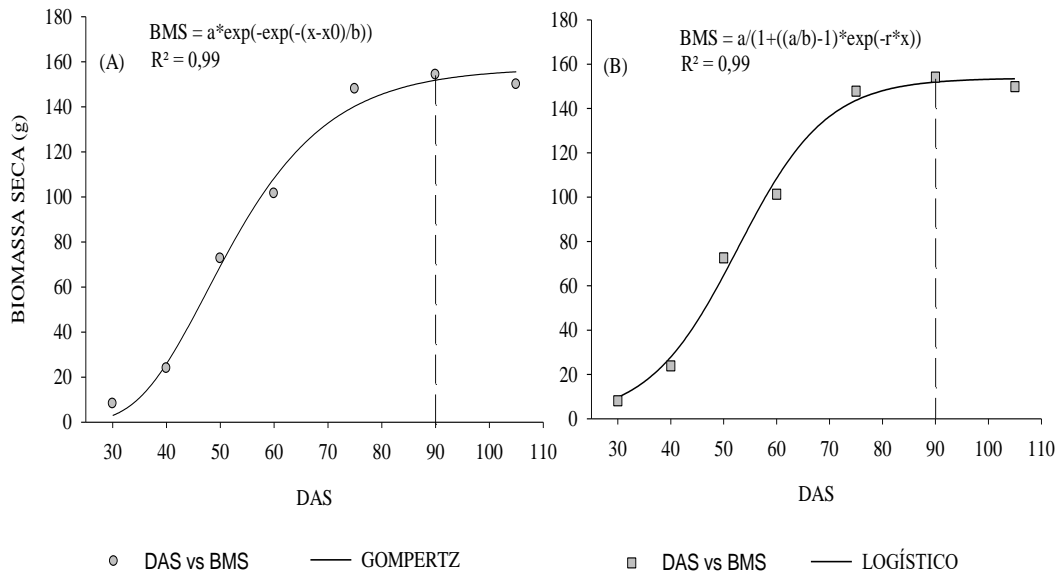


Figura 3. Curvas de crescimento para biomassa seca média (BMS) das cultivares de soja estimadas pelos modelos de *Gompertz* (A) e *Logístico* (B) e observados, em função dos dias após o semeio (DAS), em Rio Largo – AL, no período de 14/11/2018 à 03/04/2019.

CONCLUSÕES

Os modelos de *Gompertz* e *Logístico* estimam bem os valores de altura do dossel vegetativo e biomassa seca da cultura da soja na região de Rio Largo, Al. Porém, o modelo *Logístico* apresentou menor variação dos valores e valores para BMS mínima.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a todo o pessoal do Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia CECA-UFAL que auxiliou na elaboração do trabalho, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, R. C. et al. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124–130, 2010.

FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO. Viçosa, MG: Análise de crescimento, 2015. 147p.

EMBRAPA. 2018. **Soja em números (SAFRA 2018/19)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 20/09/2019.

ROCHA, A. E. Q. **Crescimento e produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio nos tabuleiros costeiros de alagoas**. 2012. Trabalho de conclusão de curso. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.

THORNTHWAITE, CW.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. Of Technology, 104p. 1955.