

MODELOS DE REGRESSÃO PARA ESTIMAÇÃO DA MASSA DO CACHO DE BANANEIRA CV. PRATA ANÃ

REGRESSION MODELS TO ESTIMATE THE MASS OF THE BUNCH OF BANANA TREE CV. PRATA ANÃ

Moises ZUCOLOTO¹; Julião Soares de Souza Lima²; Ruimário Inácio COELHO³; Alexandre Cândido XAVIER⁴

1. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil.moiseszucoloto@hotmail.com;

2. Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Associado I do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, ES, Brasil. 3. Doutor em Produção Vegetal, Professor Associado I, do Centro de Ciências Agrárias - UFES, ES, Brasil. 4.

Doutor em Irrigação e Drenagem, Professor Associado I, Centro de Ciências Agrárias - UFES, ES, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho desenvolver um modelo matemático para estimar a massa do cacho (MC) de bananeira 'Prata Anã', utilizando características morfológicas das plantas. As equações de regressão linear múltiplas foram determinadas considerando-se a massa real do cacho (MC) como variável dependente e como variáveis independentes, a largura da terceira folha (LF), número de folhas (NF), diâmetro do cacho (DC) e número de bananas por cacho (NB). O modelo linear múltiplo de regressão que melhor estimou a massa do cacho da bananeira 'Prata Anã' ao nível de 5% de significância com R^2 de 0,58 foi a equação, $MC = -10,96 + 0,176*(DC) + 0,0983*(NB) + 0,0928*(LF) + 0,2216*(NF)$.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa* sp., Características da planta. Regressão linear múltipla.

INTRODUÇÃO

A bananeira é uma planta originária do continente asiático e atualmente se encontra distribuída em várias regiões tropicais, sendo considerada uma das frutas mais consumida no mundo. O Brasil, em 2009, destacou-se como o quarto produtor mundial, com 7,1 milhões de toneladas, em 515,4 mil hectares (FAO, 2010), perdendo para a Índia, Uganda e Equador. As maiores produções de banana no Brasil concentram-se nas regiões Nordeste e Sudeste, com 2,8 e 2,0 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE, 2010).

Da mesma maneira que a estimativa da área foliar total da bananeira é importante para a cultura, de acordo com o trabalho proposto por Zucoloto et al. (2008), pesquisas no âmbito de se estimar a massa do cacho da bananeira usando características morfológicas da planta são praticamente inexistentes até o presente momento. Vale destacar também que, a estimativa da massa do cacho por meio do uso de características morfológicas não destrutivas, poderá prever a produção antes mesmo de se realizar a colheita.

Para a maioria das culturas, a adubação nitrogenada é baseada na produção estimada, o que também é válido para a cultura da bananeira (PREZOTTI et al., 2007). A cultivar Prata Anã pode produzir por vários anos no mesmo local, portanto, a estimativa da produção se torna fundamental, para

que se tenha maior precisão da quantidade de nitrogênio a ser reposta.

Diante da devida importância da cultura para o nosso país, o alto grau tecnológico empregado nas lavouras, o alto valor econômico e a necessidade apresentada por consultores, produtores e compradores, a estimativa da massa do cacho da bananeira será importante para possíveis negociações e previsão da produção em nível de campo, o que facilitará o manejo de forma mais precisa e também o acompanhamento da produção da lavoura.

Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de desenvolver um modelo matemático para estimar a massa do cacho (MC) de bananeira 'Prata Anã' utilizando características morfológicas da planta, tais como diâmetro do cacho (DC), número de bananas (NB), largura da terceira folha (LF) e número de folhas (NF).

Foram escolhidas 100 plantas distribuídas inteiramente ao acaso em uma área comercial localizada no distrito de Jacupemba, município de Aracruz – ES. A área experimental encontra-se a uma latitude 19° 35' 19" S e longitude 40° 11' 53" W, altitude em torno de 30 m e declividade plana, menor que 1%. O solo da área é um Argissolo Amarelo Distrófico arênico, localizado nos tabuleiros costeiros da região, segundo Duarte (2000), que corresponde ao Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, (Embrapa, 2006).

Várias características morfológicas foram avaliadas nas bananeiras, mas só foram descritas as características que apresentaram significância dos betas ao nível de 5% na adequação do modelo de regressão, sendo elas: diâmetro do cacho (DC), número de bananas por cacho (NB), largura da terceira folha (LF) e número de folhas (NF). O DC foi obtido na porção mediana do cacho com fita métrica graduada em centímetros. O NB por cacho foi obtido por meio da contagem do número de bananas no mesmo. Já a LF foi tomada com fita métrica graduada em centímetros. Por fim, o NF foi obtido por meio da contagem das folhas presentes no momento do corte do cacho e que não apresentavam comprometimento por agentes patológicos. Para haver melhor representatividade, as 100 plantas escolhidas eram de diferentes ciclos.

Utilizou-se o tipo de regressão conhecida como *stepwise forward*, que é uma estratégia escolhida para estudos para seleção de variáveis ou características explicativas em modelos de regressão. Neste tipo de regressão, a seleção da

sequência de entrada dos atributos na equação é feita estatisticamente, por um modelo teórico consistente a ser seguido (ABBA; TORRES 2002).

Para a avaliação do desempenho dos modelos, a estatística utilizada foi a raiz quadrada do quadrado médio do erro (RQME) calculada de acordo com o proposto por Janssen e Heuberger, (1995), sendo:

$$RQME = (\sum(s_i - o_i)^2/N)^{0,5}$$

em que “s” é o valor estimado, “o” é o valor observado e N é o número de observações. Quanto menor o RQME, melhor o modelo.

Este mesmo método de avaliação usando o RQME, foi utilizado por Maldaner et al. (2009) para a escolha do melhor modelo para determinar a área foliar de girassol.

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios das características que foram significativas na equação de regressão e seus respectivos desvios padrão, máximo e mínimo para os dados de DC, NB, LF e NF da bananeira ‘Prata Anã’.

Tabela 1. Médias mais ou menos o desvio-padrão (s), valores máximo e mínimo para diâmetro do cacho (DC), número de bananas por cacho (NB), largura da terceira folha (LF) e, número de folhas (NF) para bananeira ‘Prata Anã’ (*Musa sp.*), Aracruz, Março de 2008

Variáveis	Média ± s	Máx.	Mín.
DC (cm)	37,14 ± 5,17	64	30
NB	82,14 ± 7,37	98	56
LF (cm)	63,84 ± 5,16	74	49
NF	6,50 ± 1,47	10	3

O modelo resultante, após *stepwise*, agregou as quatro variáveis morfológicas (DC, NB, LF e NF) na predição da massa do cacho, com esses preditores explicando 58% da sua variância total. O modelo pode ser aceito, pois, apresentou maior R² e melhor desempenho no teste, com um menor valor de RQME em relação aos outros modelos e também à significância dos betas da equação (Tabela 2).

Por meio das estimativas da equação composta pelos quatro parâmetros

(MC=0,96+0,176*DC+0,0983*NB+0,0928*LF+0,2216*NF), nota-se que a variável NF foi a que apresentou maior influência, pois quando se aumenta uma folha, a massa do cacho se eleva em 0,2216. Com menor influência observa-se a variável DC, quando se eleva em um centímetro o diâmetro do cacho, a massa do mesmo aumenta em 0,176. Com influência menor sobre a massa do cacho as variáveis NB e LF apresentam valores dos parâmetros de 0,0983 e 0,0928, respectivamente.

Tabela 2. Modelos de regressão linear múltiplos para estimativa da massa do cacho (MC) em função de características morfológicas como diâmetro do cacho (DC), número de bananas por cacho (NB), largura da terceira folha (LF) e número de folhas (NF) da bananeira ‘Prata Anã’ e respectivas contribuições, coeficiente de determinação (R²), valor calculado do teste (F_{cal}) e raiz quadrada do quadrado médio do erro (RQME)

Modelo (Y = massa do cacho)	Contribuição (%)	R ²	F _{cal}	RQME
MC=2,5885+0,2267*DC	33	33	46	1,8912
MC=-5,6656+0,197*DC+0,1139*NB	16	49	45	1,6442
MC=-10,204+0,185*DC+0,099*NB+0,096*LF	5	55	37	1,5264
MC=0,96+0,176*DC+0,0983*NB+0,0928*LF+0,2216*NF	3	58	31	1,4783

A Figura 1 apresenta os gráficos da MC com os dados observados versus estimados, pelos modelos de regressão utilizados, onde verifica-se

que à medida que se adiciona uma nova característica na equação de regressão múltipla os valores se aproximam da reta.

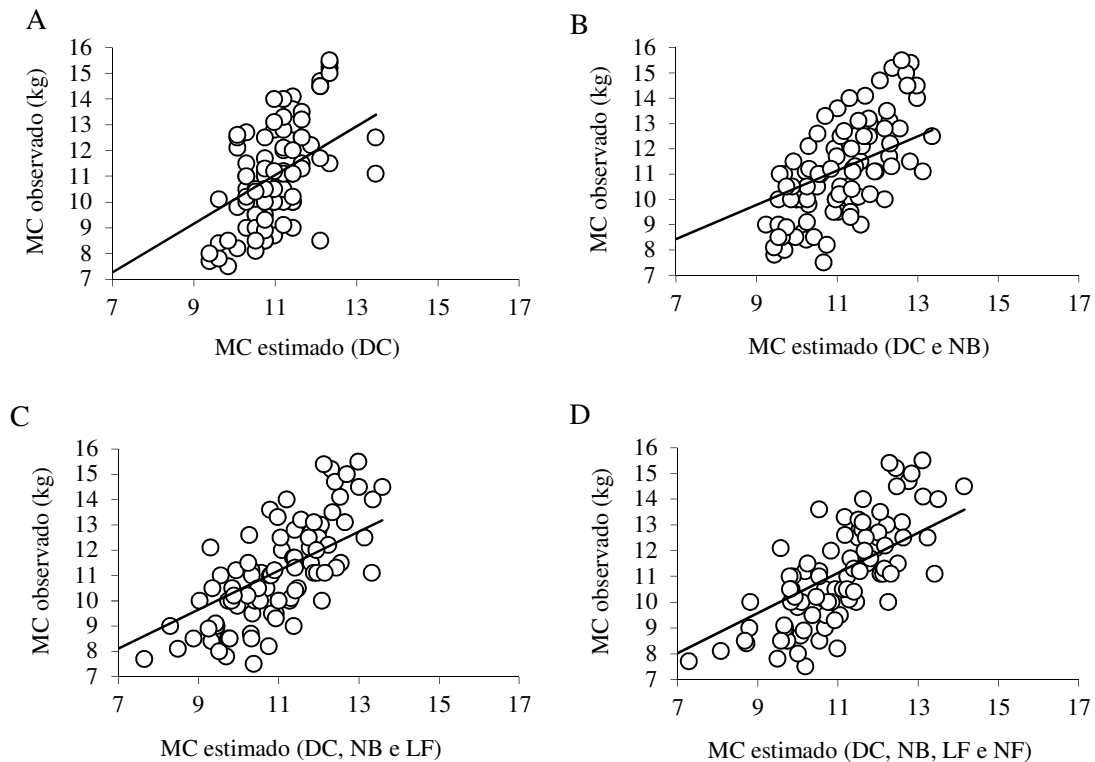


Figura 1. Representação gráfica dos valores observados da massa do cacho (MC) versus valores estimados pelos quatro modelos de regressão, sendo (A) utilizando DC, (B) DC e NB, (C) DC, NB e LF e (D) DC, NB, LF e NF, onde: NB = número de bananas por cacho, LF = largura da terceira folha e, NF = número de folhas.

Quanto à praticidade (aplicabilidade) do modelo, é favorável tanto para produtor, consultor e comprador, visto que utiliza características fáceis de serem mensuradas, possibilitando uma estimativa rápida, que servirá como ferramenta no manejo da cultura por meio da produção estimada da massa do cacho por planta. O modelo auxiliará na tomada de decisões de manejo a fim de se verificar em campo, a possível produção de cada planta e consequentemente em áreas maiores, onde poderá se verificar locais com maiores e menores produções.

A estimativa da produção servirá também para o manejo da adubação nitrogenada, visto que a determinação da dosagem é baseada na produção estimada. Com auxílio da equação, a estimativa da

produção dará suporte para a adubação precisa e favorecerá a produção do próximo ciclo, advinda da planta "filha".

Deve-se lembrar, que por ser uma estimativa e que está sujeita a erros tanto para superestimação como subestimação, em casos de comercialização, o modelo não é recomendado, devendo-se fazer a pesagem em balanças aferidas pelo INMETRO.

Tomando-se como base os dados utilizados neste trabalho, o modelo que melhor estima a massa do cacho da bananeira 'Prata Anã' é a equação: $MC = -10,96 + 0,176*(DC) + 0,0983*(NB) + 0,0928*(LF) + 0,2216*(NF)$.

ABSTRACT: The objective of this work was to develop a mathematician model to estimate the mass of the bunch (MC) of banana cultivar Prata Anã, using dimensions of morphological characteristics of plants. The multiple linear regressions were determined considering the actual mass of the bunch (MC) as the dependent variable and independent variables as the width of the third leaf (LF), number of leaves at tree (NF), diameter of the bunch (DC) and number of bananas per bunch (NB). The multiple linear model that best

estimated mass of the bunch to the banana 'Prata Anã' at 5% level of significance was 58% with R^2 of the equation, $MC = -10,96 + 0,176 * (DC) + 0,0983 * (NB) + 0,0928 * (LF) + 0,2216 * (NC)$.

KEYWORDS: *Musa* sp., Characteristics of the plant. Multiple linear regression.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. C. Estimativa da produtividade e determinação de zonas de manejo em culturas de grãos por meio de videografia aérea multiespectral. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p. 437-447, 2005.

ABBAD, G.; TORRES, C. V. Regressão múltipla *stepwise* e hierárquica em Psicologia Organizacional: Aplicações, problemas e soluções. **Estudos de Psicologia**, v. 7, p. 19-29, 2002.

DUARTE, M. N. Minerologia, Química e Micromorfologia de solos de uma bacia nos tabuleiros costeiros do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1237-1250, 2000.

EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos– Embrapa Solos, **Centro Nacional de Pesquisas de Solos**. 2ª Edição, Rio de Janeiro. 306p, 2006.

FAO **Food Fgricultural Frganization**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2012.

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2012.

JANSSEN, P. H. M.; HEUBERGER, P. S.C. Calibration of process – oriented models. **Ecological Modelling**, v. 83, p. 55-56, 1995.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1356-1361, 2009.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. Á.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. Á. **Manual de Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo** - 5º aproximação. Vitória, SEEA/Incapar/Cedagro. 305p, 2007.

ZUCOLOTO, M. LIMA, J. S. S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1152-1154, 2008.