



PREVISÃO DE MASSA DE FRUTOS DE ABOBRINHA CULTIVAR ANITA F1

*Jhonatan Monteiro de Oliveira*¹; *Roberto Rezende*²; *André Maller*³; *Paulo Sérgio Lourenço de Freitas*⁴; *Mariana Gomes Brescansin*⁵; *Renan Soares de Souza*⁶

RESUMO: Foi proposto um modelo preditor massa de frutos de abobrinha italiana por meio de suas medidas lineares. O modelo é uma ferramenta que auxilia na padronização da colheita e em estudos na área da produção vegetal, na qual é necessário acompanhar o incremento de massa do fruto de forma não destrutiva. No entanto, as condições de contorno de um modelo precisam ser especificadas, uma vez que a estimativa para modelos fora de tais condições pode não ser confiável. Este trabalho teve por objetivo ajustar e validar modelos que predigam a massa de frutos em diferentes condições de cultivo. Os modelos ajustados a partir de frutos produzidos no campo e irrigadas por aspersão não estimam confiavelmente a massa de frutos produzidos em outras condições.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucurbita pepo*, desempenho, estimativa

1. INTRODUÇÃO

A abobrinha italiana situa-se como décima primeira olerícola mais produzida nacionalmente. Os maiores Estados produtores são São Paulo, Minas Gerais e Paraná, respondendo por 27; 26 e 15% da produção nacional respectivamente (Ibge, 2012). Apresenta sistema radicular fasciculado e arquitetura compacta, o que lhe rende o nome de abobrinha de moita ou abobrinha de árvore (Filgueira, 2008). Os internós curtos permitem espaçamentos menores que outras cucurbitáceas de ramas longas, o que reflete em maior aproveitamento do espaço em tuneis baixos e estruturas cobertas com plástico.

Métodos indiretos de estimativa se baseiam nas características do objetivo de estudo por meio de modelos estatísticos. São empregados muitas vezes porque tais características são de difícil obtenção por meio de medidas diretas, muitas vezes onerosas ou inviáveis operacionalmente.

O objetivo deste trabalho foi ajustar dois modelos em diferentes condições de cultivo e verificar a confiabilidade da estimativa na previsão da massa de frutos da cultivar

¹ Mestrando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Bolsista CAPES, jhonantan25monteiro@gmail.com

² Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, rrezende@uem.br

³ Doutorando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Bolsista CAPES, anmaller@hotmail.com

⁴ Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, pslfreitas@uem.br

⁵ Mestranda, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Bolsista CAPES, mari.brescansin@gmail.com

⁶ Doutorando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Bolsista CAPES, nansoares86@hotmail.com

Anita F1 produzidos em condições diferentes daquelas que influenciaram a produção de frutos para o ajuste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido e no campo utilizando a cultivar Novita Plus e adotando-se o espaçamento 1,0 x 0,7 m. A estrutura do ambiente protegido apresenta cobertura tipo arco, 30 m de comprimento, 6,9 m de largura e 3,5 m de pé direito. O solo na área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho distroférrico.

Foram ajustados dois modelos pelo método dos mínimos quadrados, sendo os coeficientes do modelo validados pelo teste t ($p < 0,05$). Cada modelo foi ajustado por meio das medidas de comprimento (C_p) e diâmetro (D_t) de 145 frutos produzidos em ambiente protegido e no campo, denominados modelos A e B respectivamente. Para obter as medidas de C_p e D_t , foram selecionados os frutos que não apresentassem lesões ou deformidades ocasionadas por pragas ou distúrbios fisiológicos. Cada modelo foi testado nos dois conjuntos de dados provenientes dos frutos produzidos em ambiente protegido e a campo, denominados NP e NC respectivamente.

As medidas de C_p e D_t foram obtidas por meio de régua graduada em mm e as medidas de massa (M) foram obtidas por meio de balança GEHAKA BG8000, com precisão de 0,1g. D_t representa o maior valor de diâmetro obtido no fruto, enquanto que C_p foi obtido a partir de uma linha reta imaginária que conecta o ápice até a base, ignorando as tortuosidades do fruto.

A comparação do desempenho dos modelos foi realizada com o auxílio da análise gráfica dos resíduos. Consiste em plotar os resíduos do modelo em função da variável dependente. A observação do padrão de distribuição dos erros permite verificar tendência de super ou subestimar a variável dependente, tornando a comparação mais refinada e possibilitando uma tomada de decisão mais confiável. Se o modelo apresentar padrão tendencioso de distribuição de resíduos em torno da faixa horizontal, o modelo é considerado inadequado para representar o fenômeno em questão (Goneli et al, 2011). Além disso, utilizou-se o erro médio (ME), o erro médio absoluto (MAE), o erro médio relativo (EMR), a correlação linear (r), o índice de concordância (d) (Willmott, 1981) e o coeficiente de confiança (c), sendo c o resultado da multiplicação entre r e d (Camargo e Sentelhas, 1997). As seguintes expressões foram empregadas:

$$ME = n^{-1} \sum_{i=1}^n (M_i - E_i) \quad (1)$$

$$MAE = n^{-1} \sum_{i=1}^n |E_i - M_i| \quad (2)$$

$$EMR = n^{-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|M_i - E_i|}{M_i} \right) \quad (3)$$

$$r = \frac{COV(E_i, M_i)}{\sigma_E \cdot \sigma_M} \quad (4)$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{M}| + |M_i - \bar{M}|)^2} \quad (5)$$

Em que:

E_i – valor estimado da observação i

M_i – valor medido da observação i

$COV(E_i, M_i)$ – covariância entre os pares de dados estimados e medidos

σ_E – desvio padrão dos valores estimados

σ_M – desvio padrão dos valores medidos

\bar{M} – média dos valores medidos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo ajustado a partir de uma serie de dados apresenta confiabilidade na previsão apenas dentro do intervalo de ajuste. A relação entre as variáveis dependentes e independente pode não ser linear fora do domínio do conjunto de dados (Naghetini e Pinto, 2007). Para tornar mais precisa a comparação de desempenho dos modelos, objetivou-se coletar dados de frutos com medidas lineares uniformes (Tabela 2). Os coeficientes e variáveis dos modelos constam na Tabela 3.

Tabela 2. Intervalo de valores de comprimento e diâmetro de frutos de abóbora utilizados nos conjuntos de dados.

Valores das variáveis	AP	AC
$C_p \text{ min}$	12,5	11,4
$C_p \text{ max}$	22,9	26,0
$D_t \text{ min}$	3,0	3,7
$D_t \text{ max}$	6,3	6,6

$C_p \text{ min}$ = menor valor de comprimento; $C_p \text{ max}$ = maior valor de comprimento; $D_t \text{ min}$ = menor valor de diâmetro; $D_t \text{ max}$ = maior valor de diâmetro.

Tabela 3. Descrição dos coeficientes dos modelos.

Modelo	Variáveis e coeficientes*
A	$-48,3921 + 3,4390 C_p D_t$
B	$-34,7048 + 2,7628 C_p D_t$

* = significativos a 5% de probabilidade pelo teste t; C_p = comprimento do fruto em cm; D_t = diâmetro do fruto em cm

O conjunto de dados AP foi utilizado para o ajuste do modelo A e o conjunto de dados AC foi utilizado no ajuste do modelo B. Foi esperado que o modelo apresentasse alto desempenho no conjunto de dados que foi ajustado, por isso foi adotado como padrão de comparação.

A correlação linear é constante entre os valores medidos e estimados por qualquer modelo em um mesmo ambiente, sendo que tais modelos apresentaram a mesma variável independente (multiplicação entre C_p e D_t). No entanto, os valores de ME, MAE, EMR e índice de concordância diferem na mesma condição. Isso significa que, apesar da correlação ser constante, a confiabilidade dos modelos é diferente (Hallak e Filho, 2001) para um mesmo ambiente. A diferença no desempenho dos modelos em um mesmo conjunto de dados pode ser atribuída ao erro sistemático, quantificado pelo índice de concordância d .

Tabela 4. Comparação do desempenho dos modelos.

Modelo	ME	MAE	EMR	r	d
	AP				
A	0,01	16,30	8%	0,92	0,95
B	38,34	38,45	17%	0,92	0,79
	AC				
A	-45,24	45,28	23%	0,96	0,87
B	0,01	13,13	6%	0,96	0,98

Os coeficientes estatísticos utilizados apresentaram grande diferença entre o desempenho dos modelos para um mesmo ambiente. Para o conjunto de dados AP, constituído por frutos produzidos em ambiente protegido, o valor de EMR do modelo B é o dobro do padrão. Além disso, o ME apresenta valor positivo, o que indica tendência de subestimar a massa de frutos. O baixo desempenho do citado modelo é corroborado pelos outros coeficientes estatísticos. No conjunto de dados AC, que corresponde aos frutos produzidos a céu aberto, o modelo A apresentou ME negativo, o que indica tendência de superestimar a massa de frutos, enquanto que o valor de EMR é bem superior ao padrão.

Os resultados sugerem que a relação da massa com as medidas lineares dos frutos é diferente para frutos produzidos em diferentes condições. Portanto, a utilização de modelos para uma condição diferente do ajuste não é recomendada.

4. CONCLUSÃO

A estimativa da massa de frutos de Anita F1 por um modelo ajustado em outro local de cultivo induz ao aumento do erro sistemático e diminuição da confiabilidade da estimativa a ponto de inviabilizar a utilização do modelo.

5. REFERÊNCIAS

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.89-97, 1997.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421p.

GONELI, A.L.D.; CORRÊA, P.C.; MAGALHÃES, F.E.A.; BAPTESTINI, F.M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.1-8, 2011

HALLAK, R.; FILHO, A.J.P. Metodologia para análise de desempenho de simulações de sistemas convectivos na região metropolitana de São Paulo com o modelo arps: sensibilidade a variações com os esquemas de advecção e assimilação de dados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.4, p.591-608, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Censo agropecuário 2006. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/>>. Acesso em 09 mai. 2013

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia Estatística**. 1. ed. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 561p.

WILLMOTT C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, 2:184-194, 1981