



AJUSTE DE MODELOS PREDITORES DE MASSA DE FRUTOS DE ABOBRINHA ITALIANA CULTIVA NOVITA F1

André Maller¹, Roberto Rezende², Jhonatan Monteiro de Oliveira³, Mariana Gomes Brecansin⁴, Ânderson Takashi Hara⁵, Renan Soares de Souza⁶

RESUMO: Modelos estatísticos podem ser utilizados para prever características da cultura de modo não destrutivo. Por esse motivo, é desnecessário cultivo de plantas adicionais, o que pode diminuir custos e viabilizar experimentos. Um modelo preditor de massa de frutos para abobrinha italiana é uma ferramenta que auxilia na padronização da colheita e em estudos na área da produção vegetal. Os modelos preditores apresentam condições de contorno específicas e muitas vezes as extrapolações podem induzir a estimativas não confiáveis. Este trabalho teve por objetivo ajustar e validar um modelo que prediga a massa de frutos em diferentes condições de cultivo. Os modelos ajustados a partir de frutos produzidos no campo e irrigados por aspersão não estimam confiavelmente a massa de frutos produzidos em outras condições.

PALAVRAS-CHAVE: Cucurbita pepo. Gotejo. Olerícola.

1. INTRODUÇÃO

Modelos preditores de massa de frutos podem ser utilizadas no acompanhamento do incremento da massa do fruto ao longo do ciclo, o que viabilizaria diversos estudos sobre a produção da abobrinha italiana. Além disso, seria possível recolher informação mais precoce sobre a influência do tratamento sobre a massa de frutos.

Há vários métodos de comparação da qualidade de estimativa de modelos preditores. O índice de confiança reúne em um coeficiente a precisão da estimativa, ou erro aleatório, e a exatidão (Camargo e Sentelhas, 1997). A análise gráfica dos resíduos o erro do modelo em função da variável dependente estimada, permitindo observar tendências na estimativa, tornando a comparação mais refinada e possibilitando uma tomada de decisão mais confiável.

Os objetivos deste trabalho foram ajustar modelos preditores da massa de frutos da abobrinha italiana, cultivar Novita Plus, em dois locais de cultivo e verificar a confiabilidade da estimativa para frutos produzidos em um local diferente que foram produzidos os frutos para o ajuste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

¹Doutorando pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia – PGA na Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – PR, Bolsista CAPES, anmaller@hotmail.com

²Professor Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, rrezende@uem.br

³Mestrando, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, jhonatan25monteiro@gmail.com

⁴Mestrando, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, mari.brecansin@gmail.com

⁵Doutorando, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, haratakashi@hotmail.com

⁶Doutorando Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, nansoares@hotmail.com

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) e o coeficiente de confiança (c). 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

É importante definir o intervalo dos valores medidos das variáveis dependentes (Tabela 2) utilizado para ajustar o modelo, uma vez que os modelos foram propostos para estimar massa de frutos nos intervalos de C_p e D_t utilizados no ajuste. A relação entre as variáveis dependentes e independente pode não ser linear fora do domínio do conjunto de dados (Naghattini e Pinto, 2007). Em consequência disso, as estimativas de massa utilizando dados de C_p e D_t fora deste intervalo apresentam menor confiabilidade. Objetivou-se que as amostras nas diferentes combinações apresentassem intervalos de C_p e D_t uniformes. 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	NP	NC
$C_{p \text{ min}}$	12,2	9,6
$C_{p \text{ max}}$	24,3	24,5
$D_{t \text{ min}}$	2,6	4,0
$D_{t \text{ max}}$	6,9	6,9

$C_{p \text{ min}}$ = 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	$-34,4113 + 3,2736 C_p D_t$
B	$-59,2297 + 3,4050 C_p D_t$

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

O modelo A foi ajustado no conjunto de dados NP. Portanto, é esperado que apresente menor erro e o desempenho do modelo no citado conjunto de dados pode ser adotado como padrão na comparação. O mesmo pode ser dito a respeito do desempenho do modelo B testado no conjunto de dados NC.

Observa-se na Tabela 1 que a correlação linear é constante entre os valores medidos e estimados por qualquer modelo em um mesmo ambiente, desde que apresente as mesmas variáveis independentes (C_p e D_t neste caso). 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
	NP				
A	0,01	16,29	8%	0,93	0,96
B	15,08	20,37	10%	0,93	0,94
	NC				
A	-13,20	20,91	10%	0,96	0,97
B	0,01	15,96	7%	0,96	0,98

O EMR é a média dos desvios em relação à cada valor medido e pode ser interpretado como um coeficiente de desempenho mais prático. Na Tabela 4 observa-se que os valores de EMR para o desempenho dos modelos em um mesmo ambiente não diferiram consideravelmente. Assim, o modelo ajustado para um local de cultivo pode ser utilizado para estimar a massa de frutos produzidos em outro local de cultivo, o que sugere que a cultivar produz frutos com relação uniforme entre a massa e medidas lineares nos dois locais de cultivo.

4. CONCLUSÃO

A estimativa da massa de frutos por um modelo ajustado em outro local de cultivo induz ao aumento do erro sistemático. No entanto, não inviabiliza-se a utilização do modelo, uma vez que esse erro sistemático apresenta pequena magnitude.

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, n. 1, p.89-97, 1997.

FOX, D.G. Judging Air Quality Model Performance. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 62, n. 5, p. 599-609, 1981.

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.

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