



## AJUSTE DE MODELOS PREDITORES DE MASSA DE FRUTOS DE ABOBRINHA ITALIANA

André Maller<sup>1</sup>, Roberto Rezende<sup>2</sup>, Ânderson Takashi Hara<sup>3</sup>, Antônio Carlos Andrade Gonçalves<sup>2</sup>, Jhonatan Monteiro de Oliveira<sup>4</sup>

1. Doutorando, Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil (anmaller@hotmail.com)
2. Professor Doutor, Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil
3. Doutorando, Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil
4. Mestrando, Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

### 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 combinações de cultivar de abobrinha italiana e 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, enquanto que modelos ajustados a partir de frutos produzidos em ambiente protegido e irrigados por gotejamento podem ser utilizados para estimar a massa de frutos de outras cultivares conduzidas nas mesmas condições.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucurbita pepo*. Gotejo. Olerícola.

### ADJUSTMENT OF ZUCCHINI FRUITS PREDICTING MODELS

#### ABSTRACT

Statistical models can be used to predict nondestructively crop characteristics, which can reduce costs and facilitate experiments. A predictive model for zucchini mass is a tool that helps in fruit standardization and studies in vegetable production. The prediction models have specific boundary conditions and often extrapolations can induce unreliable estimates. This study aimed to adjust and verify a model that predicts fruit mass in different combinations of zucchini cultivar and growing conditions. Fitted models from fruits produced at field and sprinkler irrigation can not provide reliably estimate fruit mass produced in other conditions, whereas fitted

models from fruits produced in protected environment and drip irrigated can be used to estimate fruit mass of other cultivars conducted under the same conditions.

**KEYWORDS:** *Cucurbita pepo*. Drip irrigation. Vegetable crop.

## INTRODUÇÃO

A abobrinha italiana situa-se como décima primeira olerícola mais produzida nacionalmente. Os maiores Estados produtores: 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. A estimativa por meio de modelos estatísticos é utilizada em estudos sobre dimensão de bulbo molhado (SATO et al., 2013), previsão de vazão em bacias hidrográficas (FERREIRA et al., 2011), estimativas de evapotranspiração (SOUSA, 2012) e de área foliar (FILHO et al., 2012).

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 & 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.

Modelos preditores de massa de frutos podem ser utilizados 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. Os objetivos deste trabalho foram ajustar modelos preditores da massa de frutos da abobrinha italiana em diversas combinações de ambiente x cultivar e verificar qual combinação pode proporcionar um modelo que apresente confiável estimativa da massa de frutos cultivados em outras combinações.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido e no campo, utilizando duas cultivares de abobrinha italiana, Anita F1 e 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 distroférico com horizonte A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia (EMBRAPA, 2006).

A cultura conduzida em ambiente protegido foi fertirrigada por gotejo. Foram aplicadas as doses de 80, 110, 140 e 170 kg ha<sup>-1</sup> de N no delineamento inteiramento

casualizado. Os frutos produzidos nas diferentes doses apresentaram padrão de crescimento uniforme, não afetando o desempenho do modelo. Foram utilizados gotejadores autocompensantes de inserção sobre linha, de 2 L h<sup>-1</sup> de vazão e 10 m.c.a. de pressão de operação. O CUD do sistema de microirrigação por gotejamento foi igual a 91,3%. A cultura conduzida no campo foi irrigada por aspersão, objetivando proporcionar as mesmas condições de cultivo para todas as plantas cultivadas a céu aberto. Foram utilizados aspersores Fabrimar ECO A232 com espaçamento 12 x 12 m e 25 m.c.a. de pressão de operação. O CUC do sistema de irrigação por aspersão foi igual a 86,1%. A irrigação foi realizada nos dois ambientes quando o solo apresentava 20 kPa de tensão, objetivando elevar a umidade até valores próximos a capacidade de campo na camada 0 – 0,2 m. As demais práticas de cultivo nos dois ambientes foram realizadas segundo FILGUEIRA (2008).

A cultura conduzida em ambiente protegido foi semeada no dia 17/03/2012 e os frutos foram colhidos entre os dias 08/05 e 09/06 do mesmo ano. A cultura conduzida no campo foi semeada no dia 17/04/2012 e os frutos foram colhidos entre os dias 12/07 a 21/08 do mesmo ano. Procedeu-se a colheita a cada dois dias nas duas condições.

Foram ajustados quatro modelos pelo método dos mínimos quadrados (Tabela 1), 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 uma combinação de cultivar (Anita F1 e Novita Plus) e local de cultivo (ambiente protegido e a campo). Para facilitar a compreensão, atribuiu-se uma designação para o conjunto de medidas de frutos produzidos em cada combinação de cultivar e local de cultivo. 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 quatro conjuntos de dados originados pela combinação entre cultivar e local de cultivo, descritos na Tabela 1.

**TABELA 1.** Estatística descritiva do domínio da função e descrição do conjunto de dados que originaram os modelos.

Cultivar	Local de cultivo	Designação do conjunto de dados*	Designação do modelo**
Anita F1	Ambiente protegido	AP	A
Novita Plus	Ambiente protegido	NP	B
Anita F1	Campo	AC	C
Novita Plus	Campo	NC	D

\* = conjunto das medidas dos frutos produzidos na combinação entre cultivar e local de cultivo; \*\* = ajustado a partir das medidas lineares do conjunto de dados da mesma linha na tabela.

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 do comprimento em linha reta que conecta o ápice até a base, ignorando-se as tortuosidades do fruto.

A comparação do desempenho dos modelos foi realizada com o auxílio da análise gráfica dos resíduos e consistiu em plotar os resíduos do modelo em função da variável dependente. A observação do padrão de distribuição dos erros permitiu

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).

O erro médio (ME) é uma medida do viés do modelo. Em modelos com tendência a subestimar a variável dependente, o valor médio dos erros apresentará valor positivo. Em modelos com tendência a superestimar a variável dependente, o valor médio dos erros será negativo. No entanto, o ME não traz informação dos erros individuais, uma vez que os erros de sinais opostos e de mesma magnitude se cancelam no cálculo.

O erro médio absoluto (MAE) é a média dos valores absolutos dos erros. É um coeficiente que traz informação a respeito da magnitude dos erros, somando todos os desvios em relação aos valores estimados. O MAE atribui o mesmo peso para todos os resíduos do modelo, por isso é considerado um indicador robusto e menos afetado pela retirada de *outliers* do que a soma dos quadrados dos erros (FOX, 1981). Além disso, o MAE não varia com a distribuição da magnitude nem com o número de erros, sendo caracterizada como uma medida sem ambiguidade (WILLMOTT & MATSUURA, 2005).

O coeficiente de correlação (r) é uma medida dos erros aleatórios de uma amostra, sendo adequada a sua utilização se a relação entre os valores estimados e observados é linear. O modelo pode não apresentar confiabilidade mesmo com correlação perfeita com os dados observados, pois os erros na estimativa podem ser de natureza sistemática. Esses erros podem ser mensurados de forma relativa pelo índice de concordância que varia de 0 a 1 (WILLMOTT, 1982). O índice de confiança (c) pode ser entendido como a quantificação total do erro do modelo, reunindo em si o erro aleatório e o sistemático para os quais atribui peso igual.

As seguintes expressões foram empregadas:

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

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

$$r = \frac{COV(E_i, M_i)}{\sigma_E \cdot \sigma_M} \quad (3)$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{M}| + |M_i - \bar{M}|)^2} \quad (4)$$

$$c = r \cdot d \quad (5)$$

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

$\sigma_E$  – desvio padrão dos valores estimados

$\sigma_M$  – desvio padrão dos valores medidos

$\bar{M}$  – média dos valores medidos

Utilizou-se o teste t para verificar se, na média, os valores estimados diferem dos observados. Em outras palavras, o teste t foi utilizado para verificar se o viés do modelo é significativo (TOGRUL & TOGRUL, 2002). O coeficiente t foi calculado por meio de:

$$t = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n (M_i - E_i)}{S \cdot n^{-0,5}} \quad (6)$$

Em quê:

S – desvio padrão dos resíduos;

n – número de observações

Quanto menor o módulo do valor t, maior o desempenho do modelo, uma vez que o módulo do valor t é proporcional ao módulo do erro médio. Para determinar se o erro médio é significativo, compara-se o módulo do valor t calculado com o módulo do valor tabelado na distribuição bicaudal. Se  $|t \text{ calc}| < |t \text{ tab}|$ , não rejeita-se a hipótese de nulidade ( $E_i = M_i$ ). Neste estudo, utilizou-se o valor de t para o nível de significância de 5% e 144 graus de liberdade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante definir o intervalo dos valores medidos das variáveis dependentes (Tabela 2) utilizados 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 independentes pode não ser linear fora do domínio do conjunto de dados (NAGHETTINI & PINTO, 2007). Em consequência disso, as estimativas de massa utilizando dados de  $C_p$  e  $D_t$  fora deste intervalo não são confiáveis. 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.

Conjunto de dados	AP	NP	AC	NC
$C_p \text{ min}$	12,5	12,2	11,4	9,6
$C_p \text{ max}$	22,9	24,3	26,0	24,5
$D_t \text{ min}$	3,0	2,6	3,7	4,0
$D_t \text{ max}$	6,3	6,9	6,6	6,9

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

**TABELA 3.** Descrição dos coeficientes dos modelos.

Modelo	Variáveis e coeficientes*
A	$-48,3921 + 3,4390 C_p D_t$
B	$-34,4113 + 3,2736 C_p D_t$
C	$-34,7048 + 2,7628 C_p D_t$
D	$-59,2297 + 3,4050 C_p D_t$

\* = significativos a 5% de probabilidade pelo teste t;

$C_p$  = comprimento do fruto (cm);  $D_t$  = diâmetro do fruto (cm).

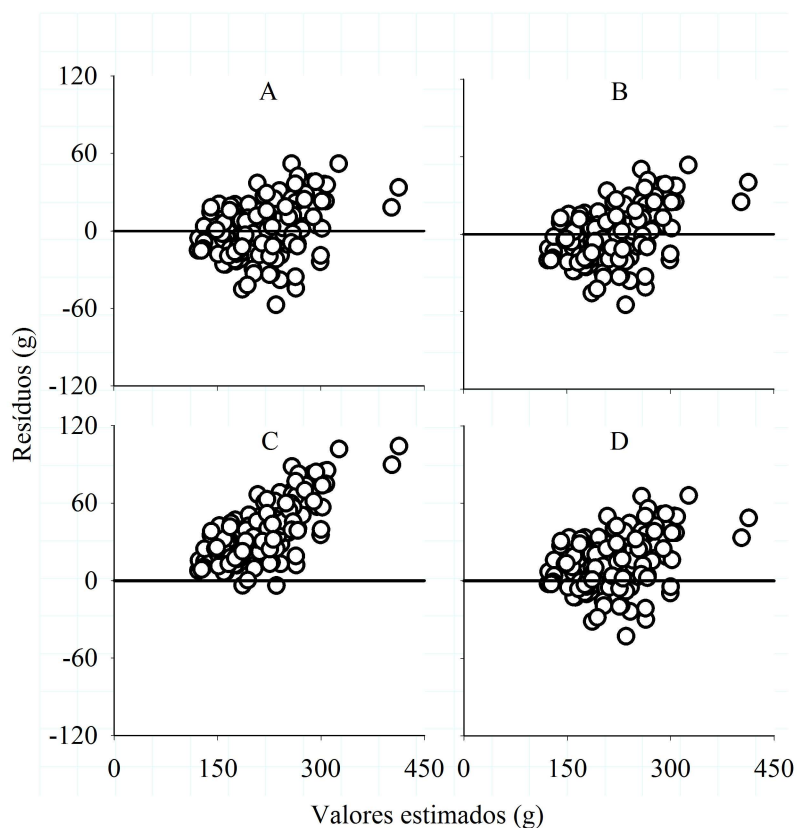
Observa-se na Tabela 4 que a correlação linear é constante entre os valores medidos e estimados por qualquer modelo em um mesmo ambiente. No entanto, os valores de ME, MAE e índice de concordância diferem nas diversas combinações entre modelos e conjuntos de dados. Isso significa que, apesar da correlação ser constante, a confiabilidade dos modelos é diferente (HALLAK & FILHO, 2011). A diferença no desempenho dos modelos em um mesmo conjunto de dados pode ser atribuída ao erro sistemático.

**TABELA 4.** Comparação do desempenho dos modelos.

Modelo	ME	MAE	r	d	c
AP					
A	< 0,01 <sup>ns</sup>	16,30	0,92	0,95	0,88
B	-1,26 <sup>ns</sup>	16,58	0,92	0,95	0,88
C	38,34*	38,45	0,92	0,79	0,72
D	13,45*	19,17	0,92	0,93	0,86
NP					
A	1,73 <sup>ns</sup>	16,34	0,93	0,96	0,89
B	< 0,01 <sup>ns</sup>	16,29	0,93	0,96	0,89
C	38,14*	38,32	0,93	0,81	0,75
D	15,08*	20,37	0,93	0,94	0,87
AC					
A	-45,24*	45,28	0,96	0,87	0,84
B	-44,81*	44,81	0,96	0,88	0,84
C	< 0,01 <sup>ns</sup>	13,13	0,96	0,98	0,94
D	-31,44*	31,89	0,96	0,92	0,89
NC					
A	-13,84*	20,69	0,96	0,97	0,94
B	-13,20*	20,91	0,96	0,97	0,93
C	32,28*	32,72	0,96	0,91	0,88
D	< 0,01 <sup>ns</sup>	15,96	0,96	0,98	0,94

\* = significativos a 5% de probabilidade pelo test t.

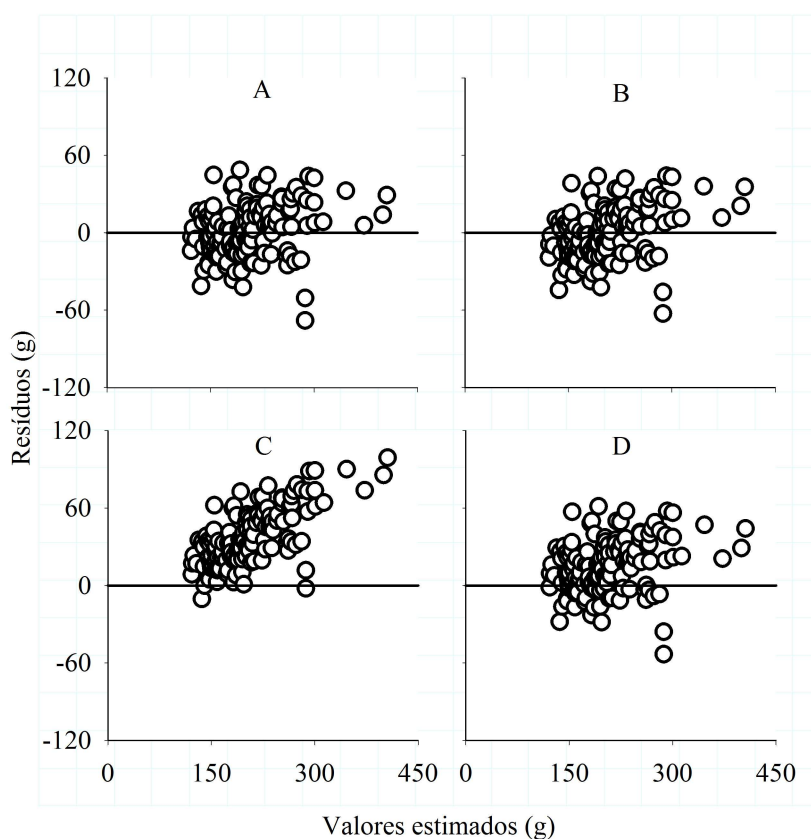
A Figura 1 mostra a análise de resíduos dos modelos testados no conjunto de dados AP. Era esperado que o modelo A, ajustado com frutos de Anita F1 produzidos em ambiente protegido, apresentasse maior qualidade de estimativa em relação a outros modelos, pois foi testado no conjunto de dados do ajuste. Por este motivo, é utilizado como padrão na comparação. Observa-se que o modelo B, ajustado com frutos Novita Plus produzidos no ambiente protegido, não apresentou viés significativo em relação aos dados medidos, apresentou MAE mais próxima do modelo padrão e índice c classificado como ótimo. Considerando essas interpretações, sugere-se que a utilização do modelo ajustado com frutos de Novita Plus, modelo B, para estimar a massa de frutos de Anita F1 produzidos nas mesmas condições em ambiente protegido proporcione estimativas confiáveis.



**FIGURA 1.** Relação entre os valores estimados e resíduos dos modelos A, B, C e D testados no conjunto de dados AP.

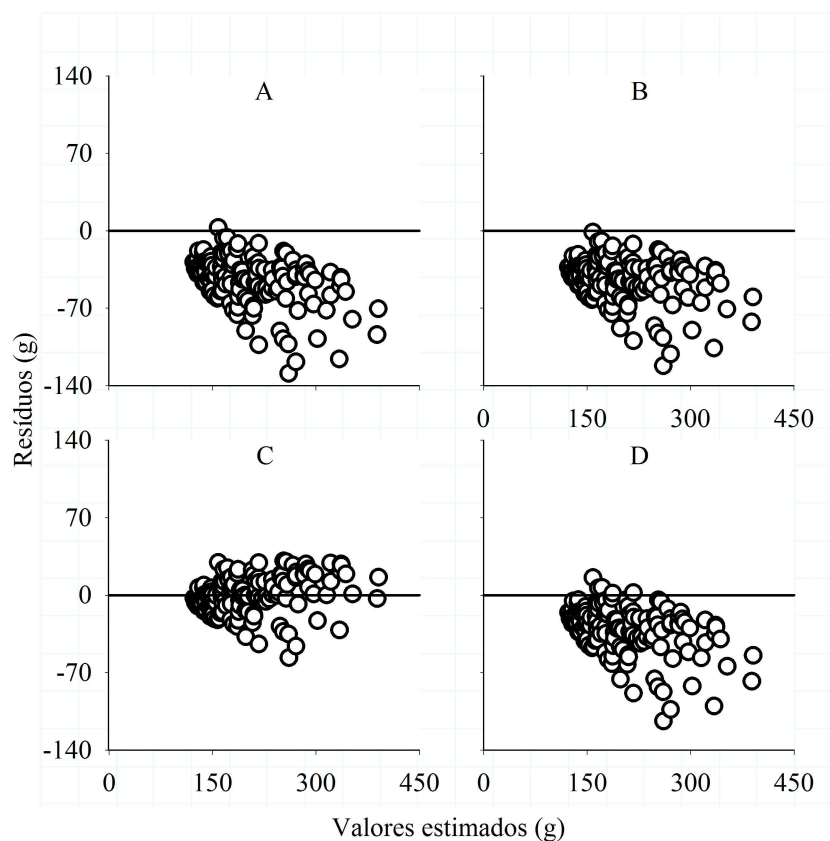
O modelo D, ajustado com frutos de Novita Plus produzidos no campo, apresentou índice *c* classificado como ótimo apesar de apresentar viés significativo. O modelo D apresenta tendência de subestimar a massa de frutos do conjunto AP (Figura 1) em aproximadamente 3,3%. Os dados na Tabela 4 mostram que o modelo C ao ser utilizado para estimar frutos do mesmo conjunto apresenta maior MAE, maior ME e menor índice *c* em relação aos outros modelos.

Para o conjunto de dados NP, o modelo B é o padrão (Figura 2). Os modelos A e D apresentaram índice de confiança ótimo em relação às massas medidas do conjunto NP. No entanto o modelo D apresentou, assim como na comparação com o conjunto AP, viés significativo e tendência em subestimar a massa de frutos, neste caso em 3,7%. Novamente o modelo C apresentou o pior desempenho em relação aos demais. O modelo ajustado com frutos de Anita F1 produzidos em ambiente protegido, modelo A, mostrou-se promissor para estimar a massa de frutos de Novita Plus produzidos na mesma condição, pois apresentou ME não significativo e o maior índice na validação com o conjunto de dados NP.



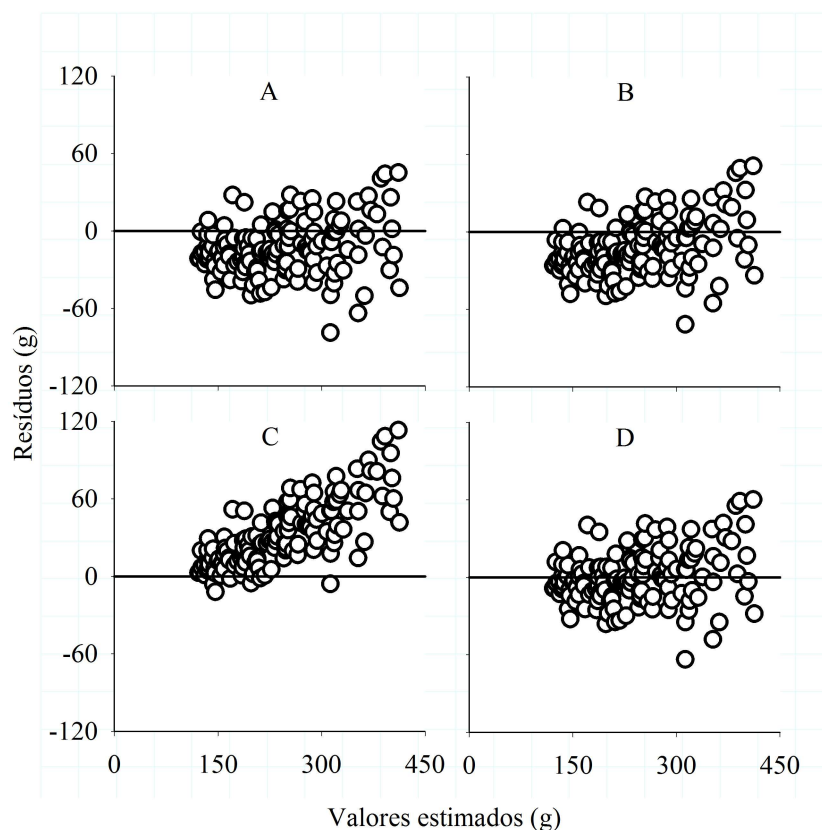
**FIGURA 2.** Relação entre os valores estimados e resíduos dos modelos A, B, C e D testados no conjunto de dados NP.

Os modelos A, B e D testados no conjunto de dados AC (Figura 3) apresentam viés negativo das estimativas e a maior parte dos valores estimados foram maiores que os valores medidos. Além disso, esses modelos apresentaram viés significativo (Tabela 4). É provável que estes modelos superestimem os valores de massa dos frutos de abobrinha italiana sempre que forem utilizados em frutos da cultivar Anita F1 cultivada a campo. A distribuição ideal dos resíduos ao redor da média é aleatória, como se pode observar no padrão.



**FIGURA 3.** Relação entre os valores estimados e resíduos dos modelos A, B, C e D testados no conjunto de dados AC.

O modelo C testado no conjunto de dados NC (Figura 4) apresenta viés significativo da estimativa (Tabela 4), tendência em superestimar a variável independente e o valor de MAE que mais se afasta do padrão, apesar do índice de confiança ser classificado como ótimo. Os modelos A e B, apesar de apresentarem viés significativo e tendência em superestimar a massa de frutos em 3,3%, apresentam índices de confiança próximos ao do modelo D, padrão na validação com o conjunto de dados NC.



**FIGURA 4.** Relação entre os valores estimados e resíduos dos modelos A, B, C e D testados no conjunto de dados NC.

A retirada do viés do modelo seria possível se fosse identificado a causa do erro sistemático. Assim, seria obtido um modelo mais confiável para condições de contorno específicas. No entanto, este trabalho não teve o objetivo de identificar as fontes de erro sistemático dos modelos.

Os resultados mostram que o erro sistemático não foi significativo entre as duas cultivares conduzidas nas condições de ambiente protegido. Para as condições de cultivo a campo, as diferenças entre as cultivares se acentuaram. Por isso os modelos ajustados com frutos produzidos a campo não permitiram extrapolação entre cultivares na mesma condição. Com os resultados obtidos, é possível concluir que as diferenças no manejo incrementaram o erro, desencorajando a utilização dos modelos entre tais condições de cultivo.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os modelos ajustados com frutos produzidos em ambiente protegido e fertirrigação podem ser utilizados para prever a massa de frutos produzidos por outras cultivares conduzidas nas mesmas condições.

A utilização de modelos para condições diferentes do ajuste resulta na diminuição da confiabilidade da estimativa.

## 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, J. C.; PAIS, M. S.; YAMANAKA, K.; CARRIJO, G. A.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, R. T. da; RABELO, C. G. Previsão de vazão da bacia do ribeiro João Leite utilizando redes neurais artificiais. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 339-350, 2011.

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

FILHO, A.C.; TOEBE, M.; BURIN, C.; FICK, A.L.; NEU, I.M.M.; FACCO, G. Estimação da área foliar de mucuna cinza por meio de método não destrutivo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 238-242, 2012.

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.

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. 561 p.

SATO, L.M.; SOUZA, C.F.; PERES, J. G. Avaliação dos modelos matemáticos para dimensionamento do bulbo molhado na irrigação por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 99-112, 2013.

SOUSA, J.S.C. Procal\_ETo: programa computacional para cálculo da ETo pelo método de Penman-Monteith. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 380-395, 2012.

TOGRUL, T.; TOGRUL, H. Global solar radiation over Turkey: comparison of predicted and measured data. **Renewable Energy**, v. 25, n. 1, p.55-67, 2002.

WILLMOT, C.J. On the validation of models. **Physical Geography**, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1981.

WILLMOTT, C.J.; MATSUURA, K. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. **Climate Research**, v.30, n. 1, p.79-82, 2005.