

## MÉTODO NÃO DESTRUTIVO PARA ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) HIDROPÔNICA E PREDIÇÃO DE COLHEITA COM O USO DE IMAGENS DIGITAIS

**Fernando Maximiliano Pereira<sup>1</sup>, Regina Westpha<sup>2</sup>, Filipe Tiago Lozano de Lacerda<sup>1</sup>, Diene Maria Bremenkamp<sup>2</sup>, Karla Galon<sup>2</sup>, Mathias Stinghel<sup>1</sup>, Gabriel Passos<sup>1</sup>, Leonardo Raasch Hell<sup>1</sup>, Eline Paula Figueira Cazaroti<sup>1</sup>, Nilton Nélio Cometti<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Iltapina Setor do Horticultura – BR 259 Km 70 – 29709-910 – Colatina-ES – fernandomax\_agr@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, . Alto Universitário, s/n, CP 16, 29500-000 Alegre-ES, dienemkamp@yahoo.com.br, karla\_galon@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Brasília, SEPN 504, Bloco A, 3º Andar, Edifício Ana Carolina, 70730-521 Brasília- DF, nilton@niltoncometti.com.br.

**Resumo-** Com a finalidade de desenvolver um método não destrutivo para estudo do crescimento e predição de colheita da alface Vitória de Santo Antão, a partir de imagens digitais, foi montado um experimento em estufa hidropônica. Diariamente foram capturadas imagens digitais de 3 plantas aleatórias e coletadas a massa fresca e altura destas plantas. As imagens foram processadas com software, onde apenas a superfície foliar da planta foi poupada para obtenção do número de pixels que a alface ocupa na imagem. Um modelo matemático foi desenvolvido a partir de uma regressão entre a área foliar corrigida e a massa fresca da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância em um esquema experimental inteiramente casualizado e analisados por regressão. O método estudado e o modelo matemático desenvolvido ( $MFP_{Ae} = 186,8880 / (1 + \exp(-(Área\ Foliar - 452,7470) / 93,3959))$ ) satisfazem a necessidade do produtor em estimar a massa fresca da parte aérea, podendo determinar o dia ideal para colheita pela massa fresca da planta, sem que a mesma seja destruída, portanto com potencial de utilização no gerenciamento da produção de alface em sistema hidropônico.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., hidroponia, equações

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

A alface é considerada uma hortaliça folhosa importante na alimentação do brasileiro, o que assegura à cultura expressiva importância econômica. É uma das culturas mais produzidas em hidroponia, o que permite seu cultivo durante o ano todo, com grande produtividade, com qualidade e sem o risco de contaminação por microrganismos veiculados pelo solo (FREIRE JÚNIOR et al., 2002). O sistema hidropônico chamado NFT (técnica de nutrientes em filme) tem alcançado destaque na produção de alface, sendo o preferido dentre os vários sistemas disponíveis pelas vantagens de praticidade e eficácia na produção (COMETTI, 2003).

A tendência da agricultura atual é desenvolver modelos para simular o crescimento, objetivando identificar quais os fatores que limitam o crescimento, e que influenciam diretamente na produção das culturas (LOPES et al. 2004). A utilização de equações matemáticas para estimação da área foliar foram desenvolvidas por diversos pesquisadores para diferentes espécies, como exemplo a aboboreira (SILVA et al., 1998). Tais equações para estimação de atributos de

plantas foram desenvolvidas na busca de um método fácil e rápido de ser executado e por não serem destrutivos, sendo úteis tanto para pequena população de plantas, em experimentos com plantas conduzidas em vasos, como são importantes por adequar-se facilmente ao uso no campo. Além disso, podem-se realizar avaliações várias vezes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura e nos mesmos órgãos das plantas. Tais fatos associados, em muitos casos, à limitação financeira para a aquisição de aparelhos medidores de área ou volume de órgãos da planta torna o uso de modelos matemáticos uma ferramenta importante no contexto científico (BREMENKAMP, 2011).

Da mesma forma, o uso de processamento de imagens vem sendo também um objeto de crescente interesse por viabilizar um grande número de aplicações em duas categorias bem distintas: o aprimoramento de informações pictóricas para interpretação humana; e a análise automática por computador, de informações extraídas de uma cena (MARQUES FILHO e VIEIRA NETO, 1999).

Há na literatura uma carência de trabalhos sobre modelos matemáticos e, principalmente, do

uso do processamento de imagens, especialmente para a alface hidropônica. Desta forma este trabalho teve como objetivo desenvolver um método não destrutivo (modelo matemático) para análise de crescimento de alface Vitória de Santo Antão e predição de colheita com o uso de imagens digitais.

## Metodologia

O presente estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado às margens da rodovia BR 259 km 70, município de Colatina, local de clima quente e úmido e com altas temperaturas, durante o cultivo a temperatura média foi de 23°C.

Sementes da cultivar Vitória de Santo Antão foram semeadas em espuma fenólica e cultivadas em sistema de produção hidropônica. Diariamente, foram capturadas imagens de três plantas aleatórias, no período da manhã, com início após a repicagem. A imagem digital foi capturada a 50 cm de altura da base da planta até a câmera. Além das imagens digitais foi também coletada a massa fresca da parte aérea das plantas.

As imagens foram capturadas por uma câmera digital Lumix ® Panasonic de 5 megapixels e processadas com o software Corel Photopaint X3®, onde apenas a superfície foliar da planta foi poupada para obtenção do número de pixels que a alface ocupa na imagem (Figura 1).



Figura 1: Imagem editada com o software Corel Photopaint X3®, onde apenas a superfície foliar da planta foi poupada para obtenção do número de pixels que a alface ocupa na imagem, (a) antes da edição, (b) após edição. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

Após a edição das imagens, foi obtido o número de pixels total que somente a planta ocupa, selecionando a área da planta com a ferramenta “Varinha Mágica” e o menu “Imagem” do software e ativando a função Histograma (Figura 2).

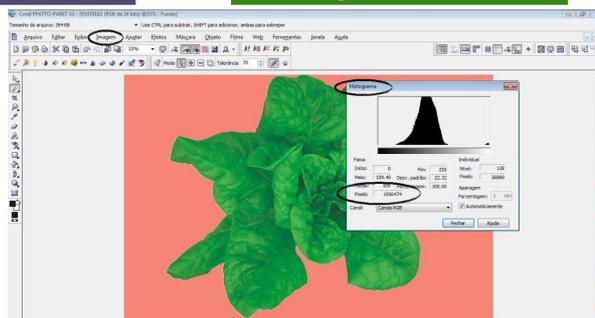


Figura 2: Obtenção do número de pixels equivalente a área foliar de alface. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

Com o número de pixels da imagem, calculou-se a área de cada planta, a partir da seguinte fórmula matemática:  $\text{Área} = N^{\circ} \text{ de pixels} \times 100 / 276819$ . Sendo 276819 o número de pixels constante que representa uma área de 100 cm<sup>2</sup> a partir de um teste feito de uma imagem com a mesma altura da câmera. O erro na área, devido à distância entre a planta e a câmera digital, pelo crescimento da planta, foi corrigido pela fórmula, segundo Klassen (2003):  $\text{Área corrigida} = \text{Área calculada} \times (d1)^2 / (d2)^2$ , onde: d1 é à distância da câmera até a planta, d2 é à distância da câmera até a altura que se quer corrigir. O modelo matemático foi desenvolvido a partir de uma regressão entre a área foliar corrigida e a massa fresca da parte aérea (MFPA). Os dados foram submetidos à análise de variância em um esquema experimental inteiramente casualizado e analisados por regressão utilizando os programas SigmaStat 2.0® e SigmaPlot 8.0®.

## Resultados

A regressão entre a massa fresca da parte aérea e a área foliar resultou numa curva conforme (Figura 3), onde o observado é característico do fenômeno biológico de crescimento.

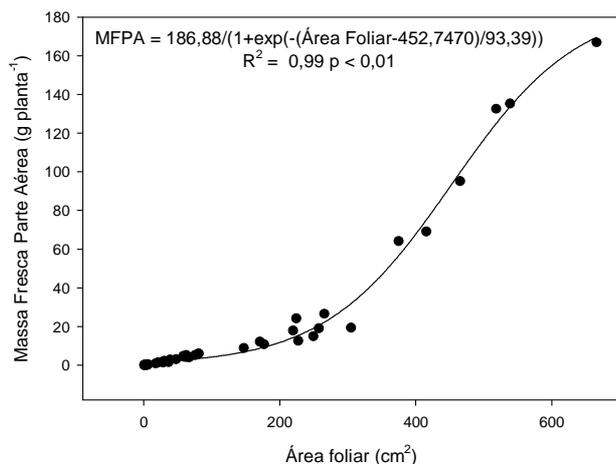


Figura 3: Regressão entre massa fresca da parte aérea (MFPA) e área foliar. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

A partir deste modelo foi criada uma função que possibilita estimar a MFPA a partir da área foliar da alface, sendo  $MFP Ae = 186,8880 / (1 + \exp(-(\text{Área Foliar} - 452,7470) / 93,3959))$ .

A precisão do método pode ser provada pela correlação entre a massa fresca da parte aérea coletada e a massa fresca da parte aérea estimada (Figura 4). Estes dados foram analisados a partir de uma comparação feita em sistema computacional obtendo  $R^2 = 0,99$  e  $p < 0,01$ , demonstrando uma boa correlação dos dados. A fitomassa seca da alface pode ser facilmente estimada através de equações lineares que considerem como variáveis de entrada o índice de área foliar e a radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada (CARON et al., 2007). Borcione (2008) encontrou  $R^2 > 0,95$  para estimar a massa seca da parte aérea da alface em sistema hidropônico, utilizando dados como dia após o plantio e a temperatura diária.

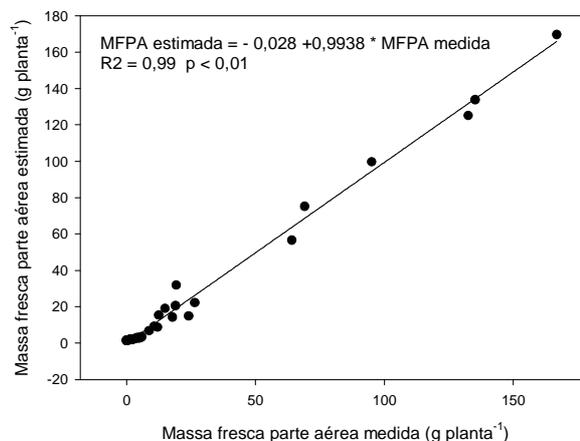


Figura 4: Correlação entre massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca da parte aérea estimada (MFP Ae). Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

## Discussão

A demonstração da curva de crescimento da alface, feito neste trabalho, foi um modelo sigmoideal ajustado, que melhor representa o fenômeno biológico do crescimento vegetal conforme Peixoto (2009). Estimando a massa do fruto de abacaxizeiro a partir do comprimento e do diâmetro do fruto, Bremenkamp (2011), também mostrou que a massa pode ser estimada a partir da função das variáveis do vegetal. Briesemeister (2007) analisando qual o melhor modelo de crescimento para a área foliar lesionada de soja, provocada pelo oídio, utilizou os modelos exponencial, logístico e de Gompertz. A melhor correlação foi obtida pelo modelo exponencial, porém foi escolhido o modelo logístico, pois sua capacidade suporte fornece mais realismo das simulações.

Segundo Caron et al. (2007), as equações de regressão múltipla mostram pequeno acréscimo na capacidade preditiva da fitomassa da parte aérea da alface, quando comparada às equações lineares, tanto para o ambiente estufa plástica quanto para o ambiente campo.

É observado também que para a estimativa da massa no estágio inicial de crescimento o erro entre a MFPA medida e a MFPA estimada é maior que nos estágios mais avançados de crescimento, então quanto mais avançado é o estágio de crescimento, menor é o erro entre a MFPA medida e a MFPA estimada.

**Conclusão**

O método estudado e o modelo matemático desenvolvido satisfazem a necessidade do produtor em estimar a massa fresca da parte aérea, podendo determinar o dia ideal para colheita pela massa fresca da planta, sem que a mesma seja destruída, portanto com potencial de utilização no gerenciamento da produção de alface em sistema hidropônico.

**Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação e ao Setor de Horticultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina pelo suporte para a realização do trabalho.

**Referências**

- BORCIONI, E. **Equações de estimativa do crescimento do Sistema radicular e produção de Fitomassa de alface hidropônica**. Santa Maria, RS UFSM. 74f (Dissertação Mestrado). 2008.
- BREMENKAMP, C.A.; **Produtividade do Abacaxizeiro “Jupi” e qualidade do abacaxi produzido na Região Litorânea Sul Capixaba**. Alegre: UFES. 47f (Dissertação Mestrado). 2011.
- BRIESEMEISTER, R. **Modelagem matemática para o estudo do oídio em uma plantação de soja sob os efeitos do CO<sub>2</sub>**. Campinas: UNICAMP. 65f (Dissertação Mestrado). 2007.
- CARON, B.O.; MANFRON, P.A.; LÚCIO, A.D.; SCHMIDT, D.; MEDEIROS, S.L.P.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; DOURADO NETO, D. Equações de estimativa da fitomassa da parte aérea da alface. **Ciência Rural, Santa Maria** 37. 2007.
- COMETTI, N. N. **Nutrição mineral da alface (Lactuca sativa L.) em cultura hidropônica – sistema NFT**. Seropédica: UFRRJ. 128p (Tese doutorado). 2003.
- FREIRE JÚNIOR, M.; DELIZA, R.; CHITARRA, A.B. Alterações sensoriais em alface hidropônica cv. Regina minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 63-66, março 2002.
- LOPES, S. J. et al. Models to estimate dry matter accumulation on hydroponic lettuce. **Scientia**

**Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 392-400, jul./ago., 2004.

- KLASSEN, S.P.; RITCHIE, G., FRANTZ, J. M., PINNOCK, D.; BUGBEE B. **Real-time Imaging of Ground Cover: Relationships with Radiation Capture, Canopy Photosynthesis, and Daily Growth rate**. Chapter 1: Pages 3 - 14. In: Digital Imaging and Spectral Techniques: Applications to Precision Agriculture and Crop Physiology. Am. Soc. Agronomy specialpublication No. 66. Madison, WI. 2003.
- MARQUES FILHO, O; VIEIRA NETO, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasporte. 1999.
- PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. de F.S.P. Dinâmica Do Crescimento Vegetal: Princípios Básicos. **Tópicos em ciências agrárias**. Vol 1. Cruz das Almas Bahia. 2009.
- SILVA, N.F.; FERREIRA, F.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **Revista Ceres** 45: 287-291. 1998.