

Estimativa de biomassa da parte aérea de milho através de imagens digitais e sensor de vegetação

**André Luis Vian⁽¹⁾; Christian Bredemeier⁽²⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾;
Elizandro Fochesatto⁽¹⁾; Maicon Andre Drum⁽³⁾; Natan Henrique Ferrari Pagliarini⁽¹⁾.**

⁽¹⁾ Doutorando (a) em fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: andre.vian@ufrgs.com; elizandrofochesato@hotmail.com; natanpagliarini@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Doutor em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: bredemeier@ufrgs.br; paulo.silva@ufrgs.br; ⁽³⁾ Graduando em agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: maicon.drum@ufrgs.com.

RESUMO: A estimativa de biomassa das culturas pode ser realizada através de duas maneiras, manualmente, que oferece uma determinação real do peso da biomassa e outra forma é através do uso de sensores de vegetação (Greenseeker e imagens digitais), que realizam uma estimativa da biomassa presente na área. O objetivo do trabalho foi estimar o acúmulo de biomassa da parte aérea do milho através de duas metodologias (imagens digitais e sensor de vegetação) na tentativa de realizar a leitura em tempo real na lavoura. O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na EEA/UFRGS. Para obter variabilidade de biomassa na área foi utilizado doses de nitrogênio aplicadas em cobertura uma só vez (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) no estádio V5 do milho. As determinações realizadas foram biomassa da parte aérea, cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI no estádio V9. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F. Quando se observa a relação das metodologias utilizadas para a determinação da biomassa da parte aérea do milho, foi encontrado para o NDVI um coeficiente de determinação de 0,79 e para a taxa de cobertura do solo (% de planta) foi encontrado um coeficiente de determinação de 0,69 e uma relação de 0,98 entre as metodologias utilizadas. Pode-se concluir que o uso de qualquer uma das metodologias é adequada para estimativa da biomassa.

Termos de indexação: metodologias de biomassa, doses de nitrogênio, índices de vegetação.

INTRODUÇÃO

O aumento de produtividade que busca-se, por produtores e técnicos deve-se a uma série de fatores climáticos e de manejo, incluindo os novos genótipos, novas práticas e melhorias de manejo durante o período vegetativo e reprodutivo. Dentre essas práticas, busca-se uma melhor eficiência no uso do nitrogênio (N) durante o ciclo da cultura, que rege todo o acúmulo de esqueletos de carbono e promove o desenvolvimento da planta, incrementando o acúmulo de biomassa na parte aérea, Conab (2015). Sendo de grande importância durante o ciclo e também considerado um dos fatores que impede o alto rendimento, devido a sua alta mobilidade no solo e na planta.

Uma das maneiras de realizar o monitoramento da variabilidade do N ou da diferenciação de crescimento em lavouras. Assim, o estudo da variabilidade deste nutriente no solo e na planta pode ser através da quantificação de biomassa. Para realizar esse monitoramento da biomassa da parte aérea, foram desenvolvidas ferramentas como os sensores de vegetação, para estudar a variabilidade da biomassa na parte aérea.

A estimativa de biomassa da parte aérea das culturas pode ser realizada através de dois métodos, manualmente, onde coleta-se uma área conhecida de plantas e determina-se o peso real da biomassa. Esse método, é mais preciso, porém, é oneroso e demorado de se realizar em grandes áreas (Panneton & Brouillard, 2009), (Peng & Jun, 2011), Oliveira et al. (2014).

Outro método de se obter valores de biomassa da parte aérea, é a partir da estimativa de biomassa utilizando sensores remotos, como o Greenseeker que realiza as leituras do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e imagens digitais, que identifica a porcentagem de plantas na

imagem. Essas novas metodologias para estimar a biomassa são rápidas e não destrutivas.

As duas metodologias mencionadas, podem ser utilizadas a partir de diferentes bases, acoplados sob tratores ou outros implementos agrícolas, afim de promover a identificação da variabilidade da biomassa aérea no momento da leitura, em tempo real.

O trabalho teve como objetivo estimar o acúmulo de biomassa da parte aérea do milho através de imagens digitais e sensor de vegetação na tentativa de realizar a leitura em tempo real na lavoura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul (RS). O campo experimental está situado na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), em uma altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de Koppen (Ipagro, 1979). A precipitação pluvial média anual é de 1440 mm e a temperatura média do ar mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes (Bergamaschi et al., 2003). O solo pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008), manejado com sistema plantio direto a 24 anos.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura na cultura do milho no estádio V5, da escala de Ritchie et al. (1993). Após a aplicação do nitrogênio (N), foi realizada irrigação de 20 mm de água para incorporação do N na solução do solo.

O milho foi semeado em 02 de outubro de 2013, em sistema de semeadura direta, em sucessão à aveia branca, como cobertura de solo no inverno. A adubação de base foi de 30, 180 e 90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A densidade de plantas utilizada foi de 9,0 pl m⁻², com espaçamento entre linhas de 0,5 m. O híbrido foi o Pioneer 1630H com tecnologia Bt.

As principais determinações realizadas foram: biomassa da parte aérea, cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI no estádio V9 de desenvolvimento. Todas as determinações foram realizadas em quatro plantas dentro de cada parcela.

A biomassa da parte área foi coletada e condicionada em sacos de algodão e levados a

estufa de ventilação forçada para secagem a temperatura de 60 °C, até atingir peso constante e posteriormente foram pesadas em balança de precisão.

Para proceder as leituras de reflectância (NDVI), utilizou-se o equipamento GreenSeeker. As medições foram realizadas sob o dossel vegetativo da cultura, em uma altura entre 0,8 e 1,0 m acima do topo do dossel e com 0,7 m de largura.

Para obter as imagens digitais foi utilizado, uma câmera fotográfica digital com faixas de absorção do espectro no visível (RGB), o tamanho da imagem foi calibrada em 5 megapixel. As imagens foram classificadas em percentagem através de três classes (solo, palha e planta), porém, apenas a percentagem da classe planta, presente na imagem foi utilizada para o trabalho, sendo denominada como taxa de cobertura do solo. As imagens foram processadas pelo programa Siscob, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agrícola.

O experimento foi irrigado sempre que necessário. As práticas de manejo como, controle de pragas, moléstias e plantas daninhas foram realizadas quando necessário.

Como o objetivo do trabalho não é determinar a melhor dose de N, os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM – (Statistical Analysis System - SAS 8.0), para as variáveis: biomassa da parte aérea, taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI. Posteriormente foi gerada a análise de variância e análise de regressão para cada uma das metodologias com a biomassa da parte aérea produzida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes doses de N utilizadas no experimento foram capazes de gerar variabilidade nas variáveis avaliadas. Os valores de biomassa da parte aérea apresentaram uma amplitude de valores de 1080,0 a 2119,9 kg/ha. Os valores de NDVI apresentaram variação de 0,71 a 0,81 e os valores de taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) variaram de 53,87% a 74,55%.

Quando se observa a relação das metodologias utilizadas para a determinação da biomassa da parte aérea do milho, as duas metodologias testadas, ajustam-se de forma linear. O NDVI apresentou coeficiente de determinação de 0,79. Para a taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) o coeficiente de determinação foi de 0,69 (**Figura 1 e Figura 2**).

O incremento da biomassa da parte área observado, variou com o incremento das doses de N, aplicado em cobertura no estádio V5. A

variabilidade das diferentes biomassa encontradas, foram capazes de sensibilizar os sensores, gerando variação em seus índices de vegetação, conforme são apresentadas as (Figura 1 e Figura 2).

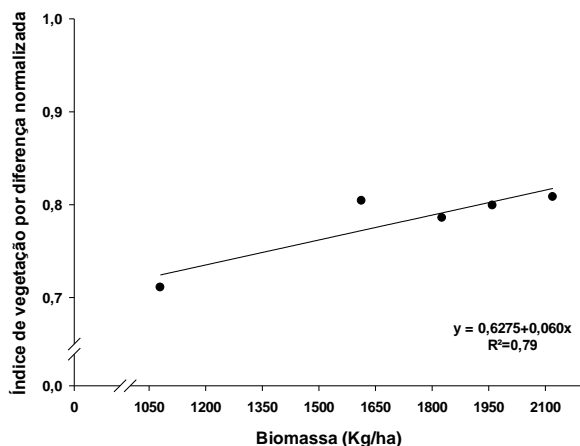


Figura 1. Relação entre Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e determinação de biomassa da parte aérea no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

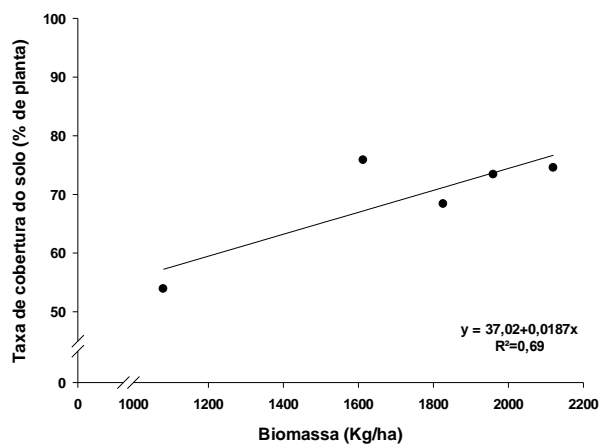


Figura 2. Relação entre imagem digital (% de planta na imagem) e determinação de biomassa da parte aérea no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

As duas metodologias utilizadas o NDVI e a taxa de cobertura de solo (% de planta na imagem) apresentaram semelhança na estimativa da biomassa da parte aérea da cultura do milho (Figura 1 e Figura 2).

Comparando as duas metodologias utilizadas, verifica-se que o coeficiente de determinação é de 0,98, ou seja, demonstra que tanto o NDVI como taxa de cobertura do solo (% planta na imagem),

são capazes de estimar valores de biomassa da parte aérea na cultura do milho (Figura 3).

Os resultados encontrados são semelhantes aos encontrados por Sakamoto et al. (2012), que comparou as imagens digitais com o NDVI obtido através de imagens de satélites na cultura da soja e do milho obtendo um r^2 de 0,80 e resultados semelhantes para algodão e milho encontrados por Alganci et al. (2014). Resultados semelhantes foram encontrados quando avaliou-se o efeito de diferentes épocas de dessecação da aveia sob a cultura do milho (Vian, 2015). Quando estimando a biomassa da parte aérea na cultura do arroz (Lee & Lee, 2011), encontraram valores semelhantes aos encontrados.

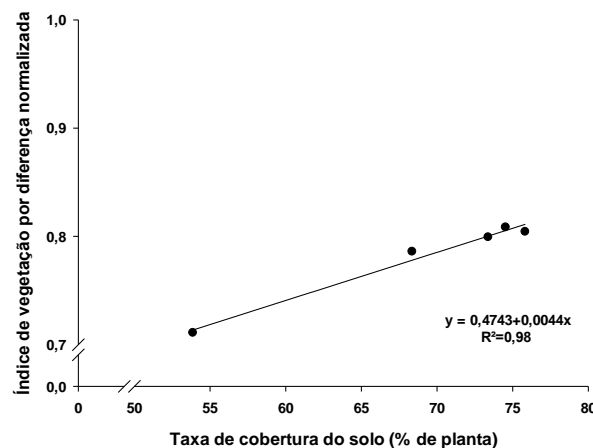


Figura 3. Relação entre as metodologias de imagem digital e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), realizada no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

As duas metodologias empregadas apresentam princípios de funcionamento similares, o NDVI apresentando interação com as bandas do vermelho e do infravermelho próximo e as imagens digitais apresentam interação com as bandas do visível RGB, ou seja, vermelho, verde e azul, respectivamente. Foi possível identificar diferentes valores de biomassa através do índice de vegetação e da taxa de cobertura do solo (% de planta).

Um aspecto importante que deve ser levado em consideração é a diferença de amplitude no índice de vegetação e na percentagem da taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem). Entre as duas metodologias utilizadas, o sensor Greenseeker que estima o NDVI, apresenta pouca variação, mesmo com a grande amplitude de biomassa produzida. Quando comparado a taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem), apresentou maior variabilidade da taxa de cobertura

do solo em relação aos mesmos valores de biomassa.

CONCLUSÕES

a) O uso de qualquer uma das metodologias testadas no trabalho são adequadas para estimativa da biomassa da parte aérea da cultura do milho.

b) A taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem), apresentou maior variação de seus valores em função da variação da biomassa produzida, em relação ao NDVI.

c) As metodologias apresentam aplicabilidade promissora para a estimativa dos valores de biomassa da parte aérea em tempo real.

REFERÊNCIAS

ALGANCI, U.; MUTLU, O.; SERTEL, E.; ORMECI, C. Estimating maize and cotton yield in southeastern Turkey with integrated use of satellite images, meteorological data and digital photographs. **Field Crops Research**, Aberdeenshire, v.157, p.8-19, 2014.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R.; CARDOSO, L.S.; SILVA, M.I.G. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Safra 2014/2015. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_28_09_18_11_revista_final_reduzida.pdf. Acesso em 25 de outubro de 2015.

SAKAMOTO, T.; GITELSON, A.A.; NGUY-ROBERTSON, A.L.; ARKEBAUER, T.J.; WARDLOW, B.D.; SUYKER, A.E.; VERMA, S.B.; SHIBAYAM, M. An alternative method for using digital cameras for continuous monitoring of crop status. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, v.154–155, p.113–126. 2012.

LEE, K.J.; LEE, B.W. Estimating canopy cover from color digital camera image of rice field. **Journal of Crop Science Biotechnology**, Seoul, v.14, n.2, p.151-155, 2011.

OLIVEIRA, L.S.; MATSUMOTO, S.N.; SILVA, R.A.; SILVA, V.A.; OLIVEIRA, P.N. Métodos para quantificação e interpretação da distribuição espacial de cobertura do solo em cafezais arborizados. **Coffee Science**, Lavras, v.9, n.2, p.168-177, 2014.

PANNETON, B.; BROUILLARD, M. Colour representation methods form segmentation of vegetation in photographs. **Biosystems Engineering**, Harpenden, v. 102, n.4, p.365-378, 2009.

PENG, Z.; JUN, C. Weed recognition using image blur information. **Biosystems Engineering**, Harpenden, v. 110, n.2, p.198-205, 2011.

IPAGRO. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272p. (Boletim Técnico, 3).

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

VIAN, A. L. **Sensores de vegetação para estimativa in situ do potencial produtivo na cultura do milho**. Porto Alegre, 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.