**Estimativa de datas de semeadura e colheita da cultura da soja no estado do Paraná por imagens Modis Terra/Agua**

David Vinicius Ribeiro (PIBIC/CNPq/Unioeste), Jerry Johann (Orientador), Joyce Bueno Mafra, Willyan Ronaldo Becker, e-mail: dviniciusribeiro@gmail.com

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas/Cascavel, PR.

Ciências Exatas e da Terra - Geociências

**Palavras-chave:** Séries temporais, Índice de Vegetação, CyMP

**Resumo**

Com uma das melhores taxas de crescimento na área agrícola, o Paraná vem cada vez mais se destacando nacionalmente na produção de grãos, sendo a soja uma das culturas com referência em quantidade produzida. Uma forma objetiva de obter resultados satisfatórios é fazer o uso de técnicas de sensoriamento remoto (imagens por satélite), pois permitem uma análise com maior rapidez e antecedência dos dados se comparado com os métodos de levantamento oficial. Neste trabalho utilizou-se séries espectro-temporais do índice de vegetação EVI do sensor Modis, abordo dos satélites Terra e Aqua, que geraram um perfis espectro-temporal, permitindo assim o levantamento das datas de semeadura e colheita para os anos-safras em estudo, por meio do estudo do ciclo fenológico da cultura da soja. Portanto, com a realização do presente trabalho obteve-se dados de semeadura e colheita, para os anos-safra de 2010/2011, 2012/2013 e 2014/2015 para o Estado do Paraná.

**Introdução**

O acompanhamento da produção agrícola ainda é realizado por métodos subjetivos, baseados em censos ou em amostragens, não permitindo uma análise quantitativa dos erros envolvidos (JOHANN, 2012). O acompanhamento do período de semeadura e colheita para a cultura da soja, tem grande importância para a compreensão do seu ciclo fenológico, sua produtividade e seu comportamento em diferentes áreas de cultivo, este acompanhamento permite estabelecer datas de semeadura e colheita em diferentes áreas de cultivo, tendo como base o índice vegetação da cultura, gerados por uma serie temporal de imagens. As séries temporais são compostas pelas imagens Modis, produtos MYD13Q1 (Aqua) e MOD13Q1 (Terra) do “Tile” h13v11, que são produzidos a partir de uma composição de 16 dias, com resolução espacial de 250 metros, adquiridas gratuitamente no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Informática Agropecuária. Como são adquiridas gratuitamente, seu uso se torna interessante e viável. O estudo da fenologia é importante para a determinação da produtividade da cultura, determinar se fatores intrínsecos e extrínsecos afetaram a produção. Assim auxiliando o processo de logística de cerealistas e empreses que dependem da entrada de grãos (BECKER, 2014). Além disso, a determinação das datas de semeadura e colheita são essenciais para a calibração e uso de modelos de estimativa de produtividade de qualquer cultura, como em estudos realizado para a soja por Richetti et. al. (2015).

**Material e Métodos**

As estimativas das datas de semeadura e colheita foram realizadas tendo como base as séries espectro-temporais do índice vegetativo EVI do sensor MODIS (Terra e Aqua). Foram utilizadas as imagens correspondentes ao ciclo fenológico da cultura da soja, para cada ano-safra em estudo (período primavera-verão). Foi feito um pré-processamento nas imagens, a fim de se retirar possíveis ruídos devidos a presença de nuvens. Este pré-processamento deu-se pela aplicação de um filtro de suavização, *Flat smoother filter* (Esquerdo et al., 2011), substituindo os valores inconsistentes pelo menor valor adjacente (MENGUE, 2013). Com estas imagens foi realizado a estimativa das datas de semeadura e colheita, por meio do software Cymp (*Crop-yield Modeling Platform)* versão 1.0.6*.* No CyMP, foi aplicado o filtro de extração *Savitzky-golay,* com objetivo de estimar a partir dele os dados de sazonalidade. Após a realização deste procedimento, com o auxílio do mesmo software CyMP, realizou-se a estimativa de datas da cultura. No qual estabeleceu-se datas de semeadura, máximo desenvolvimento vegetativo e colheita para a cultura da soja, em todo o estado do Paraná. Estes valores estabelecidos tiveram como base o levantamento realizado do índice vegetativo da cultura EVI. Realizou-se uma variação de 0,01 nos parâmetros de avanço da semeadura e colheita, até 0,15. Cada uma dessas variações gerou três resultados um para semeadura, pico vegetativo e colheita. Com os resultados das simulações de cada variação e os dados de campos, utilizou-se métodos estatísticos, afim de compará-los e estabelecer parâmetros de referência de qualidade para estes. As estatísticas de acurácia utilizadas foram: MAE – Equação 1; ME – Equação 2; RMSE – Equação 3; MAPE - Equação 4; Dr de Willmott – Equação 5 (WILLMOTT et al., 2012)

|  |  |
| --- | --- |
| $$MAE= \frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}\left|Y\_{a}-Y\_{act}\right|$$ | (1) |
| $$ME=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}\left(Y\_{a}-Y\_{act}\right)$$ | (2) |
| $$RMSE= \sqrt{\left(\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}\left(Y\_{a}-Y\_{act}\right)^{2}\right)}$$ | (3) |
| $$MAPE=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}\left(\frac{\left|Y\_{a}-Y\_{act}\right|}{Y\_{act}}\*100\right)$$ | (4) |
| $$d\_{r}=1-\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left|Y\_{a}-Y\_{act}\right|}{2\*\sum\_{i=1}^{n}\left|Y\_{act}-\overbar{Y\_{act}}\right|}$$ | (5) |

Em que: Ya é o valor observado da data de semeadura ou colheita em dias Juliano e Yact é o valor real da data de semeadura ou colheita, também em dias Juliano.

**Resultados e Discussão**

Com o estudo do índice vegetativo EVI, para a cultura da soja nos três anos-safras em estudo 2010/2011, 2012/2013 e 2014/2015 estabeleceu-se o intervalo de imagens de 0-20 para semeadura, de 15-30 para máximo desenvolvimento vegetativo e de 20-35 para colheita, de tal forma que esses intervalos possam cobrir de maneira eficiente o intervalo de semeadura e colheita para todo o estado. Com isso, o as estatísticas de acurácia foram calculadas para as simulações de semeadura e colheita de cada um dos três anos safras, resultando em 90 simulações. Os valores de maior dr, e erros (MAE, ME, RMSE, MAPE) mais próximos a zero, foram considerados melhores ajustes para a determinação das datas. Como exemplo dos resultados tem-se os avanços de semeadura para o ano-safra 2012/2013 (Tabela 1), indicando que o melhor avanço é de 0,15.

**Tabela 1** **–** Resultados das Estatísticas de Acurácia dos avanços de semeadura para o ano-safra 2012/2013.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estatísticas** | **0,01** | **0,02** | **0,03** | **0,04** | **0,05** | **0,06** | **0,07** | **0,08** |
| **dr** | 0,4827 | 0,4818 | 0,4813 | 0,4771 | 0,4770 | 0,4756 | 0,4774 | 0,5181 |
| **MAE** | 18,5144 | 17,5769 | 17,1683 | 16,3942 | 15,9615 | 15,2885 | 14,8846 | 12,8606 |
| **ME** | -17,2837 | -16,2788 | -15,8029 | -14,8173 | -14,3365 | -13,3654 | -12,8654 | -9,5144 |
| **RMSE** | 25,9577 | 25,2252 | 24,7142 | 24,0263 | 23,4322 | 22,8471 | 22,2835 | 19,5574 |
| **MAPE (%)** | 6,1908 | 5,8784 | 5,7424 | 5,4849 | 5,3402 | 5,1169 | 4,9818 | 4,3089 |
| **Estatísticas** | **0,09** | **0,1** | **0,11** | **0,12** | **0,13** | **0,14** | **0,15** |  |
| **dr** | 0,5059 | 0,5064 | 0,5209 | 0,5241 | 0,5365 | 0,5386 | **0,5429** |  |
| **MAE** | 13,9423 | 13,5673 | 13,1538 | 12,8654 | 12,6298 | **12,3462** | 12,3990 |  |
| **ME** | -10,9615 | -10,4808 | -9,4615 | -9,0385 | -7,9952 | -7,5385 | **-6,5625** |  |
| **RMSE** | 21,2313 | 20,6633 | 20,1169 | 19,6779 | 19,1617 | 18,6457 | **18,2610** |  |
| **MAPE (%)** | 4,6688 | 4,5431 | 4,4055 | 4,3092 | 4,2309 | **4,1358** | 4,1530 |  |

Para os outros períodos os melhores valores de avanço de semeadura e colheita são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1** **–** Melhores avanços para determinação das datas de semeadura e colheita.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Avanço** | **2010/2011** | **2012/2013** | **2014/2015** |
| **Semeadura** | 0,11 | 0,15 | 0,07 |
| **Colheita** | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Observa-se que para determinação das datas de colheita o mesmo valor do avanço foi obtido nos três períodos, já para a semeadura cada ano-safra apresentou um valor de avanço.

**Conclusões**

A metodologia empregada no estudo desenvolvido demonstrou-se capaz de estabelecer parâmetros de referência na estimativa de datas para semeadura e colheita para todo o estado do Paraná. O software CyMP versão 1.0.6 foi de grande importância, permitindo extrair informações do perfil temporal da cultura da soja. As informações obtidas neste foram comparadas com dados reis de campo que possibilitam uma maior confiança nos resultados. Recomenda-se que a cada ano-safra esse avanço seja ajustado, pois os avanços para semeadura foram diferentes em cada ano-safra.

**Agradecimentos**

Ao CNPq pelo apoio ao Desenvolvimento Científico e amparo financeiro, a Fundação Araucária e ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) da UNIOESTE pela infraestrutura de apoio a pesquisa.

**Referências**

BECKER, W. R.:; JOHANN, J. A.; OPAZO, M. A. U.; RICHETTI, J.; PALUDO, A. P. (2014). Estimativa de Intervalos de Tempo do Ciclo Fenológico da Cultura da Soja no Paraná com o uso de Imagens de Satélite. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 2014, Campo Grande, MS. Anais...São Joé dos Campos: INPE.

JOHANN, J. A. (2012). Calibração de dados agrometeorológicos e estimativa de área e produtividade de culturas agrícolas de verão no estado do Paraná. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas.

ESQUERDO, J.C.D.M. ; ZULLO JUNIOR, J. ; ANTUNES, J.F.G. (2011). Use of NDVI/AVHRR time series profiles for soybean crop monitoring in Brazil. International Journal of Remote Sensing, v.32, n.13, p. 3711 – 3727.

MENGUE, V.P,; FONTANA, D.C. (2013) Metodologia para mapear áreas de arroz irrigado utilizando o Modelo HAND em áreas agrícolas de São Borja e Pelotas/RS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), Foz do Iguaçu, PR. Anais...São José dos Campos: INPE, 2013. P. 0728-0734.

PALOSCHI, R.A. (2015). Software Aplicadoa Modelos de Estimativa de Produtividade Agrícola. Dissertação de mestrado, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE.

RICHETTI, J., JOHANN, J.A., ROLIM, G.S., URIBE-OPAZO, M.A., BECKER, W.R. (2015) Calibração do índice de colheita (Cc) para estimativa de produtividade atingível da cultura da soja. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa, PB. Anais...São José dos Campos: INPE, 2015. P. 3495 - 3502.

PALOSCHI, R.A. (2015). Software Aplicadoa Modelos de Estimativa de Produtividade Agrícola. Dissertação de mestrado, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE.

WILLMOTT, C.J., ROBESON, S.M., MATSUURA, K., (2012). A refined index of model performance. Int. J. Climatol. 32, 2088–2094. doi:10.1002/joc.2419