

Comportamento espectral de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio

Aline de Carvalho Gasparotto ¹
Marcos Rafael Nanni ¹
Liliane Scabora Miotto ¹
Gabriel Cipolaro Guirado ¹
Carlos Antonio da Silva Junior ¹
Anderson Antonio da Silva ¹
Everson Cezar ¹
Franciele Romagnoli ¹

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Avenida Colombo, 5790 –Maringá – Brasil
{alinegaspa; liliscabora; anderson_agrouem; franciele_romagnoli}@hotmail.com,
{marcos.nanni; gcguirado; carlos-junior89}@gmail.com e eversoncezar@yahoo.com.br

Abstract: Each object has its own spectral signature due to the physico-chemical compositions of objects that make the incident solar radiation interacts differently. The use of reflectance data obtained by the spectroradiometer, enables establish standards spectral response of crops, enabling the introduction of methods for survey and monitoring of the same. The aim of this study was to establish the spectral behavior of maize subjected to different nitrogen rates applied during its development. Methodologically the experiment was prepared in the greenhouse and it was a corn plant per pot. The design was a completely randomized design with 5 treatments with nitrogen rates of 0, 50, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹, with 10 repetitions. Evaluations were performed at 15, 30, 45, 60 and 80 days after emergence (DAE), with readings of portable spectroradiometer Fieldspec Jr 3, the accessory ASD Plant Probe being used. The data collected were processed using the software of ASD View Spec Pro and Excel. As a result, it was noted that the spectral behavior of corn is changed according to the different levels of nitrogen applied and are mainly evidenced the discrimination of the doses at 60 and 80 DAE, mainly in the visible region of the spectrum. The corn had higher reflectance in the visible range of the spectrum with the use of low levels of nitrogen and lower reflectance with high levels of nitrogen.

Palavras-chave: chlorophyll, reflectance, spectroradiometer, clorofila, reflectância, espectroradiômetro.

1.Introdução

Cada objeto apresenta uma estrutura molecular e atômica, na qual os elétrons estão distribuídos ao redor dos núcleos dos átomos em diferentes níveis energéticos que podem absorver diferentes quantidades de REM, quanto maior absorção pelo objeto menor a energia refletida pelo mesmo. Os locais em que a absorção de energia acontece são chamados de bandas de absorção. Esse fenômeno de interação entre objetos e REM incidente é chamado de comportamento espectral (Figueiredo, 2005).

Cada objeto apresenta uma própria assinatura espectral, devido as composições físico-químicas dos objetos que fazem com que a radiação solar incidente interaja de diferentes formas.

O comportamento espectral da vegetação apresenta duas bandas de absorção de REM na faixa visível do espectro, sendo que a primeira banda fica situada próximo ao 0,48 µm devido a presença de pigmentos carotenóides, e a segunda banda fica a 0,68 µm devido ao processo de fotossíntese da vegetação. Essas duas bandas são formadas por um pico de absorção devido aos pigmentos do grupo clorofila. Ainda na faixa visível a vegetação apresenta elevada reflectância situada em torno de 0,5 µm, local que se corresponde com a cor verde do espectro visível, dessa forma, tem-se a coloração verde das folhas.

A vegetação também apresenta uma região de alta reflectância de 0,7 µm a 1,3 µm, sendo que esses comprimentos de ondas estão associados a estrutura interna da folha. Essa grande diferença de absorção e reflectância nos diferentes comprimentos de onda acontece

para manter o equilíbrio energético no interior da planta evitando o superaquecimento e por consequência a destruição de clorofila. (RSI, 2003).

Na região infravermelho do espectro (em torno de 1,4 μm e 1,9 μm) a vegetação apresenta mais dois picos de absorção devido a presença de água na folha. Todo o comportamento espectral assim explicado trata-se de uma folha isolada, portanto, não são muito precisas para uma cobertura vegetal, mas fundamentais para o estudo da vegetação.

As diferenças das reflectâncias da cobertura vegetal e da folha isolada são devido a diversos fatores como solo, ângulo de iluminação, e orientação das folhas, bem como condições atmosféricas, características das parcelas de solo, índice de área foliar, estado fenológico, biomassa, folha (forma, posição, conteúdo de água, pigmentação, estrutura interna, etc.) e geometria (de iluminação, de imageamento, sol / superfície / satélite). (RSI, 2003).

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi estabelecer um comportamento espectral de milho durante seu desenvolvimento, e submetido a diferentes doses de adubo nitrogenado.

2. Materiais e métodos

O experimento foi instalado na casa de vegetação da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de N) e 10 repetições, sendo cada parcela constituída por um vaso com capacidade de 10 litros com uma planta de milho.

Para a aplicação dos tratamentos foram utilizadas, na semeadura, para todos os vasos a dosagem de 30 kg ha^{-1} de N, com exceção dos vasos do tratamento 1, e o restante da dose foi aplicada aos 20 dias após a emergência (DAE), sendo que as dosagens em cobertura superiores a 100 kg ha^{-1} foram parceladas, sendo 50% aos 20 DAE e ou outros 50% aplicados a 27 DAE. A fonte utilizada para esta adubação foi uréia (45% de N) diluída em água a fim de diminuir perdas por volatilização.

Utilizou-se um Horizonte B de um Latossolo Vermelho Distrófico de textura média para o plantio, sendo corrigido de acordo com a necessidade de adubação, conforme recomendação de Alves et al.(1999). A saturação por bases (V%) foi elevada a 60% e a semeadura ocorreu no dia 13/09/2013 com 5 sementes por vaso, sendo desbastada no estádio de desenvolvimento V2 deixando apenas uma planta por vaso, sendo esta a mais sadia.

O milho escolhido para a semeadura foi a cultivar 30A68 da Morgan. A emergência do milho ocorreu no dia 17/09/2013 e o controle fitossanitário foi realizado conforme as recomendações para o milho na região (Viana et al., 2004).

As leituras radiométricas foram realizadas por meio do espectrorradiômetro portátil Fieldspec 3 Jr, sendo utilizado o acessório ASD Plant Probe para a realização das leituras na casa de vegetação. Esse espectrorradiômetro apresenta resolução espectral de 3 nm na faixa espectral de 350 nm a 700 nm e de 30 nm na faixa de 1400 nm a 2100 nm. As leituras foram realizadas periodicamente sendo estabelecidas aos 15, 30, 45, 60 e 80 DAE, (02/out, 17/out, 01/nov, 16/nov e 06/dez respectivamente) sendo o término das avaliações no aparecimento da inflorescência feminina do milho, época em que o acúmulo de N chega aos 77% do ciclo.

As leituras foram realizadas, durante os estádios vegetativos, na última folha expandida, cuja aurícula estava visível. Uma placa de espectralon (Labersfere, Inc.) foi usada para otimizar o instrumento para leitura em fator de reflectância, podendo variar de 0 a 100% em todas as faixas de espectro eletromagnético medidas. Ao medir a reflectância foliar, as folhas individuais foram colocadas do lado adaxial em cima de um fundo de poliuretano preto. As medições foram realizadas com iluminação não colimada do próprio acessório (ASD Plant Probe).

A faixa espectral de coleta dos dados foi de 350nm a 2500nm, que foram armazenados em micro computador portátil. Os dados foram convertidos de extensão .asd para .txt pelo programa View Spec Pro da ASD (ASD, 2008). Com esses dados realizou-se gráficos médios da resposta espectral no software Excel.

3. Resultados e Discussão

As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 ilustram a curva espectral da folha do milho nos 15, 30, 45, 60 e 80 DAE, respectivamente, nas diferentes doses de N aplicadas. A faixa do espectro visível apresenta a resposta espectral dos pigmentos das folhas existentes nos cloroplastos.

O cloroplasto apresenta cerca de 65% clorofila, 6% carotenóide e 29% xantofila, podendo ocorrer variações de espécie para espécie. Em geral a cor amarelada ou alaranjada dos carotenóides (carotenos e xantofilas) é mascarada pela cor verde da clorofila, dessa forma, quando a clorofila é degradada predominam cores mais amarelas a alaranjadas, o que acontece com a deficiência de N nas folhas de milho causando mudanças na cor das folhas para o verde claro ou amarelado.

Dessa forma, ao se analisar as Figuras 1, 2, 3, 4 e 5, percebe-se que com o decorrer do tempo os valores de fator de reflectância encontrados na faixa correspondente ao espectro visível, apresentam aumento das diferenças em relação as doses de N aplicadas (Figura 5), sendo que as doses mais baixas como 0 e 50 kg ha⁻¹ de N apresentaram alta reflectância.

Tal fato se justifica, pois de acordo com Ponzoni (2001), a reflectância nas folhas quando submetidas a efeitos de estresses, tais como doenças, problemas fisiológicos e condições ambientais adversas, nos comprimentos de onda do visível, apresentam-se maior do que as folhas sadias.

Segundo Hoffer (1978), a produção de clorofila é reduzida quando a planta está sob estresse, reduzindo, também absorção da REM, elevando, portanto, a reflectância nas regiões do verde e vermelho do espectro resultando na cor amarela das folhas sob estresse.

O contrário também ocorre como as doses de 300, 200 e 100 kg ha⁻¹ de N que apresentaram menor reflectância na região visível do espectro devido a maiores quantidades de clorofila. Esses dados estão de acordo com o trabalho de Blackmer et al.(1996) em que a detecção de N foi melhor evidenciada na região de comprimento de onda centrada em 550nm.

Além disso, segundo Fonseca, et al. (2002) em sua pesquisa com *Paspalum notatum*, notaram que com o aumento da biomassa devido ao acréscimo das doses de N, ocorre redução da reflectância no espectro visível.

O teor de 300 kg ha⁻¹ de N apresentou maior reflectância que o de 200 kg ha⁻¹ de N, provavelmente devido a possível toxidez pelo excesso de N na planta.

Na região do infravermelho existe reduzida absorção da REM e considerável espalhamento interno na folha, tendo reflectância espectral quase constante e baixa absorção de água nesta região.

Gates et al. (1965) determinaram que a reflectância das folhas na região infravermelho do espectro é o resultado da interação da energia incidente com a estrutura do mesófilo. Essa estrutura pode ser modificada de acordo com alterações na relação água-ar no mesófilo devido a disponibilidade de água, alterando dessa forma a reflectância foliar. Além disso, quanto mais lacunosa for a estrutura interna foliar, maior será o espalhamento interno da radiação incidente, conseqüentemente, maior a reflectância.

Dessa forma, verificou-se que a Figura 1 apresenta as maiores variações nesta região. Porém pelo fato das doses totais de N nesta fase de desenvolvimento ainda não haviam sido aplicadas, tem-se que essas variações devem ser explicadas por fatores externos a folha. Já nas Figuras 2, 3, 4 e 5 as diferenças nessa região são muito pequenas o que pode-se dizer que a estrutura do mesófilo não foi afetada pelas doses de N.

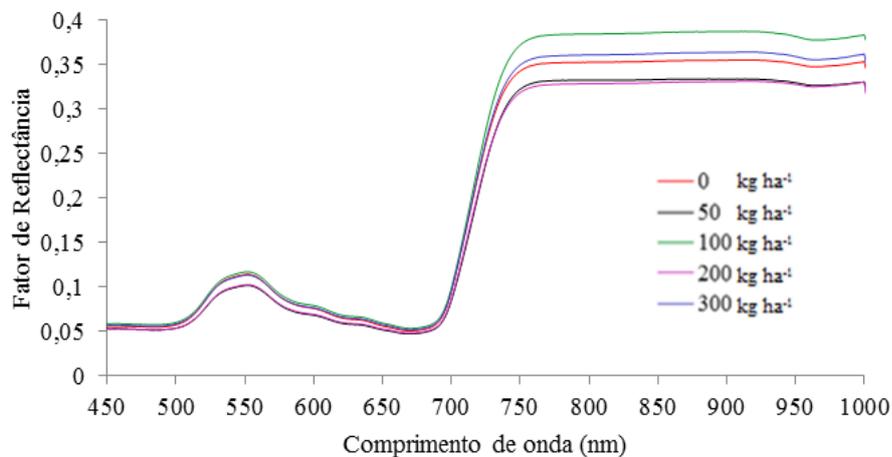


Figura 1 – Fator de reflectância médio das folhas de milho aos 15DAE nas diferentes doses de N aplicadas.

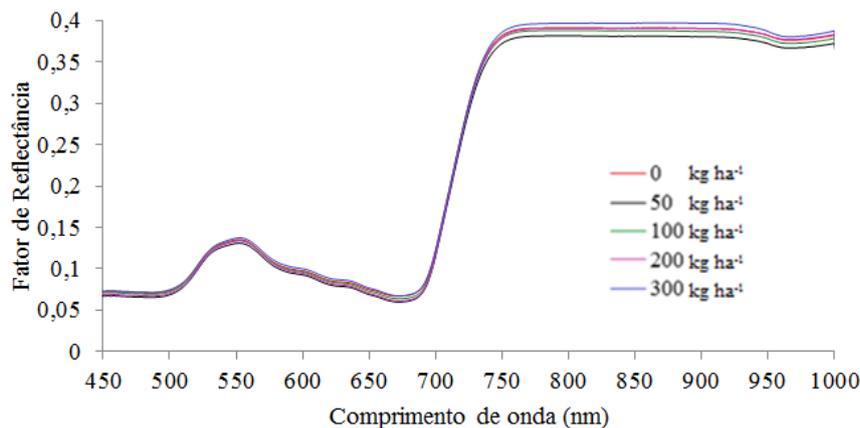


Figura 2 – Fator de reflectância médio das folhas de milho aos 30DAE nas diferentes doses de N aplicadas.

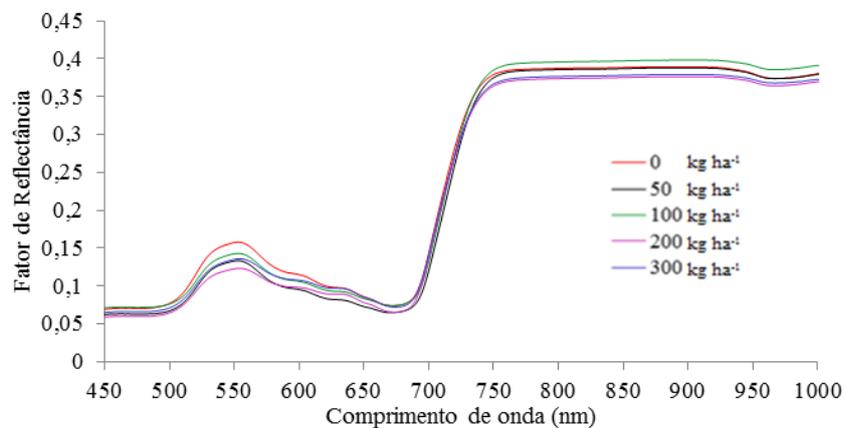


Figura 3 – Fator de reflectância médio das folhas de milho aos 45DAE nas diferentes doses de N aplicadas.

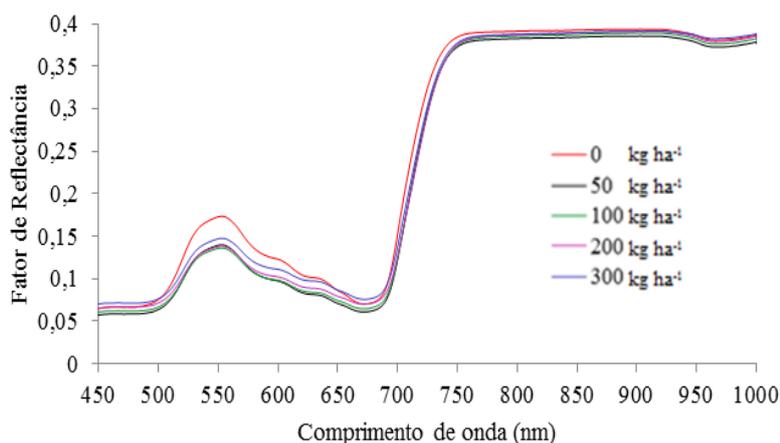


Figura 4 – Fator de reflectância médio das folhas de milho aos 60DAE nas diferentes doses de N aplicadas.

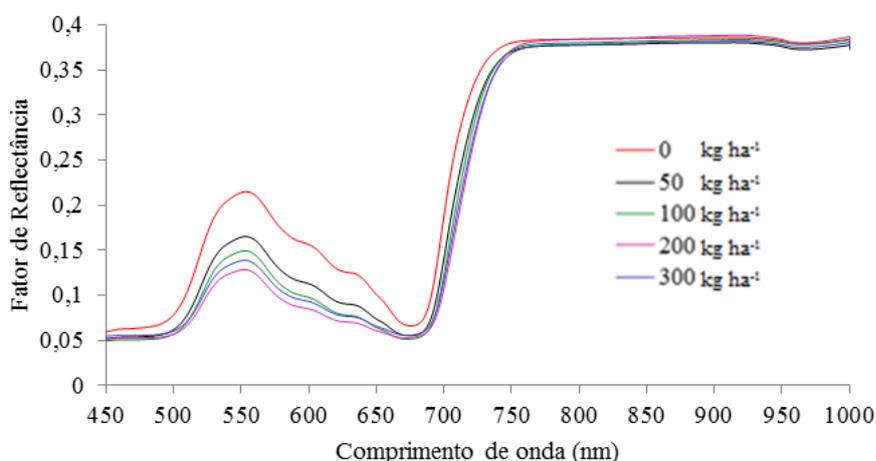


Figura 5 – Fator de reflectância médio das folhas de milho aos 80DAE nas diferentes doses de N aplicadas.

Nas Figuras 6, 7, 8, 9 e 10 pode-se observar a evolução da deficiência de N no milho nos diferentes DAE, dessa forma a Figura 6 que apresenta o tratamento de 0 kg ha⁻¹ de N foi o que mostrou maiores discriminações de 15DAE a 80DAE, sendo estas atenuadas conforme o incremento de aplicações de N.

De acordo com Coelho, (2007) a recomendação para a adubação da cultura do milho varia de 120 a 160kg ha⁻¹ de N. Dessa forma, os tratamentos com doses acima de 100 kg ha⁻¹ de N pouco se diferenciou no tempo, pois nas altas doses o solo apresenta quantidade suficiente de nitrogênio para o desenvolvimento do milho não tendo, portanto, deficiência N e apresentando coloração verde escura nas folha. Doses muito altas como a de 300 kg ha⁻¹ de N não sofreram alterações na refletância mesmo apresentando consumo de luxo.

As baixas doses de N apresentaram as maiores diferenças no espectro apresentado, isso se deve, principalmente, ao fato de que no desenvolvimento do milho inicialmente se degrada as reservas nutricionais presentes na semente até a segunda semana após a sua emergência e, posteriormente, começa a utilizar os nutrientes provenientes do solo e a fotossíntese começa a exercer sua função na planta. Dessa forma, conforme a quantidade de reservas da semente foram sendo consumidas, a deficiência de N foi proporcionando o acréscimo da reflectância na região visível do espectro, devido a redução da intensidade da coloração verde das folhas. No caso da dose de 0 kg ha⁻¹ de N (Figura 6) essa mudança de coloração foi mais acentuada o que segundo Hoffer (1978), acontece, pois a produção de clorofila é reduzida quando a planta

está sob estresse, e sob essas condições de acordo com Ponzoni (2001), proporcionou as maiores diferenças na reflectância do espectro visível durante o desenvolvimento do milho.

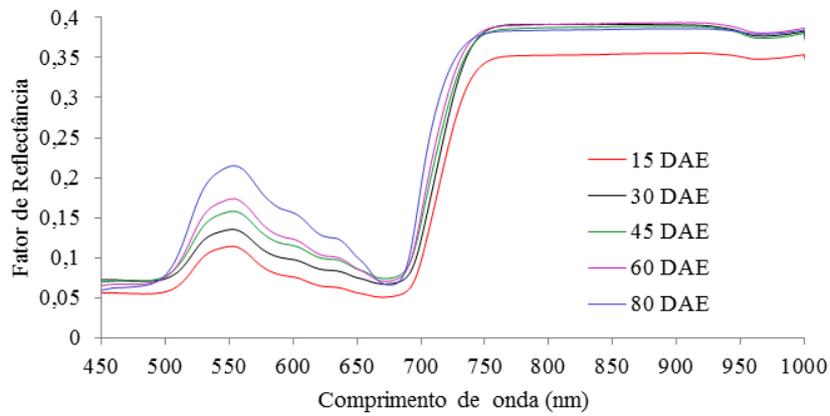


Figura 6 - Fator de reflectância médio das folhas de milho na dose aplicada de 0 kg ha⁻¹ de N nos diferentes DAE.

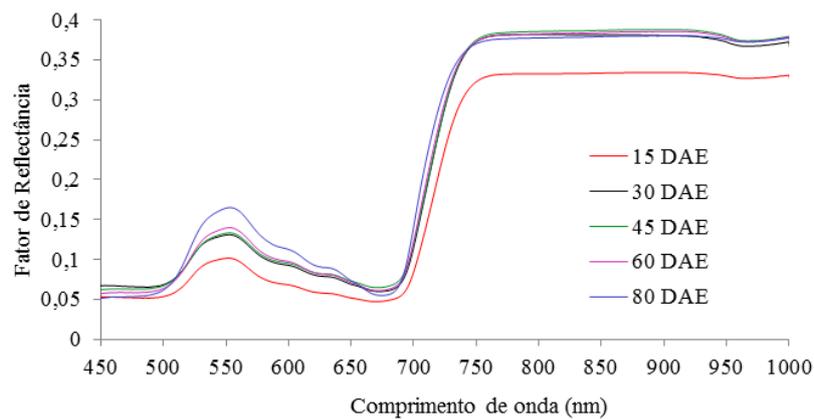


Figura 7 – Fator de reflectância médio das folhas de milho na dose aplicada de 50 kg ha⁻¹ de N nos diferentes DAE.

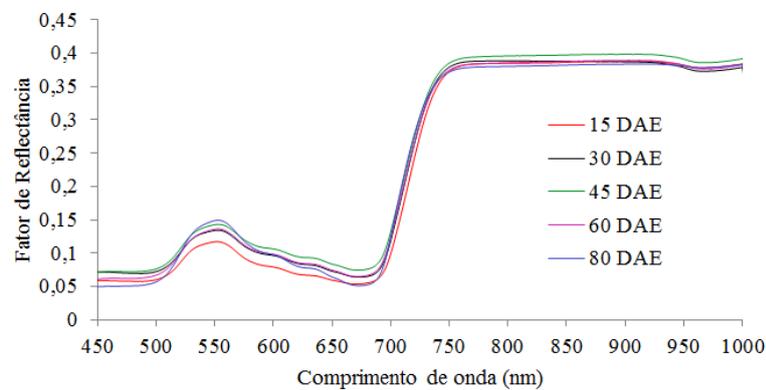


Figura 8 – Fator de reflectância médio das folhas de milho na dose aplicada de 100 kg ha⁻¹ de N nos diferentes DAE.

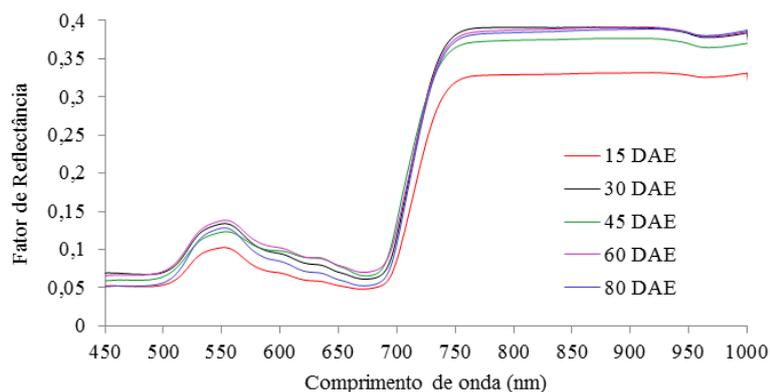


Figura 9 – Fator de reflectância médio das folhas de milho na dose aplicada de 200 kg ha⁻¹ de N nos diferentes DAE.

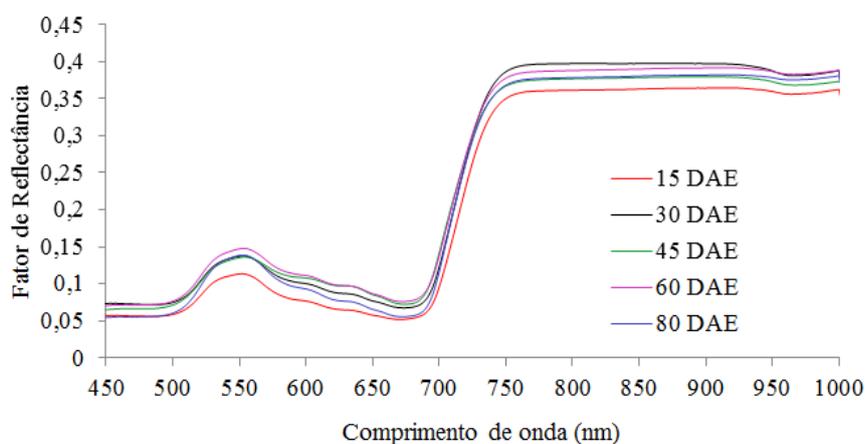


Figura 10 – Fator de reflectância médio das folhas de milho na dose aplicada de 300 kg ha⁻¹ de N nos diferentes DAE.

4. Conclusão

O comportamento espectral do milho variou com as doses de nitrogênio principalmente na porção visível do espectro, sendo mais evidenciada aos 60 e 80DAE.

O comportamento espectral do milho com baixas doses de N apresentou respostas diferentes com o passar dos DAE. Doses altas de nitrogênio não apresentaram diferenças visíveis no espectro com o decorrer do tempo.

Referências Bibliográficas

ASD Inc. **ViewSpec Pro User's Guide**: ViewSpec Pro™ User Manual, ASD Document 600555 Rev. A 2008.

Blackmer, T.; Schepers, J.S.; Varvel, G.E. et al. Nitrogen Deficiency detection using reflected short-wave radiation from irrigated corn canopies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p.1-5, 1996.

Coelho, A. M. **Manejo da Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo – Circ. 96, 2007. 11p.

Figueiredo, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2005.

Fonseca, E.L.; Rosa, L. M. G.; Fontana, D.C.; Caracterização espectral de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.3, p.365-371. 2002.

Gates, D.M.; Keegan, H.J.; Schleter, J.C.; Weidner, V.R. Spectral properties of plants. **Applied Optics**, v.4, ed.1, p.11-20, 1965.

Hoffer, R.M. Biological and Physical Considerations in Applying Computer-Aided Analysis Techniques to Remote Sensor Data. In: SWAIN, P. H; DAVIS, S.M. **Remote Sensing: The Quantitative Approach**. New York: McGRAW-HILL, 1978. p. 227-289.

Ponzoni, F. J.; Galvão, L. S.; Epiphânio, J. C. N. Influência da resolução espacial sobre a quantificação de áreas não florestadas em ambiente Amazônico. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, **Anais...**, Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 1713 -1720.

RSI (Research Systems, Inc). **ENVI User's Guide**. ENVI Version 4.0 September, 2003.

Viana, P. A.; Waquil, J.M.; Valicente, F.H. et al. Ocorrência e controle de pragas na safrinha de milho nas regiões Norte e Oeste do Paraná - **Circular técnica 45**, EMBRAPA, Sete Lagoas – MG, dez. 2004.