

ANÁLISE DA ASSINATURA ESPECTRAL DE PLÂNTULAS DE SOJA E SUA RELAÇÃO COM A TRANSGENIA

LARISSA CARDOSO DE OLIVEIRA¹, PETERSON RICARDO FIORIO², ÉRICA
SILVA NAKAI³, MICHAELA BÁRBARA NETO⁴, BARBARA RENTES BARBOSA⁵

¹ Graduanda em Eng. Agrônoma, Universidade de São Paulo-USP/ESALQ, larissacardoso@usp.br

² Prof. Dr. Eng. de Biosistemas, Universidade de São Paulo-USP/ESALQ, fiorio@usp.br

³ Dr. Eng. de Biosistemas, Universidade de São Paulo-USP/ESALQ, ericanakai@usp.br

⁴ Mestranda Eng. de Biosistemas, Universidade de São Paulo-USP/ESALQ, michaela.neto@usp.br

⁵ Graduanda em Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo-USP/ESALQ, barbara.rentes.barbosa@usp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO:

No atual cenário agrícola brasileiro, a cultura da soja tem sido de grande relevância, principalmente na sua variável transgênica, que atinge altos níveis de produtividade. Com tais modificações genéticas, surge a necessidade de uma nova metodologia de forma rápida e não destrutiva para diferenciar a soja convencional e a modificada, que é a espectroscopia. O objetivo deste estudo foi analisar a resposta espectral de plântulas de soja para identificar se há diferenças entre as variáveis convencionais e transgênicas. Foram utilizadas plântulas de soja convencional e transgênicas cultivadas em estufas na ESALQ/USP, coletadas 15 dias após emergência. Foram realizadas as leituras radiométrica das plântulas, por meio do sensor hiperespectral Fieldspec 3 Jr. Com base nesses dados, foram elaboradas duas curvas médias espectrais no software EXCEL. Os resultados mostraram diferenças nas faixas do VIS e NIR, o que se justifica pela fisiologia das plantas transgênicas.

PALAVRAS-CHAVE: cultura oleaginosa, espectrometria, sensoriamento remoto

ANALYSIS OF THE SPECTRAL SIGNATURE OF SOYBEAN PLANTS AND RELATION WITH TRANSGENIA

ABSTRACT:

In the recent Brazilian agricultural scenario, soybean crop has been high relevance, especially in its transgenic variable, which reaches high levels of productivity. With these genetic modifications, there is a need a new methodology of fast and non-destructive way to differentiate conventional and modified soybeans, that is the spectroscopy. The objective of this study was to analyze soybean seedlings spectral response to identify if there are differences between conventional and transgenic variables. Conventional and transgenic soybean seedlings were cultivated in greenhouses at ESALQ/USP, collected 15 days after emergence. Seedlings radiometric response were performed through Fieldspec 3 Jr. On the basis of these data, two mean spectral curves were elaborated in the EXCEL software. The results showed differences in the VIS and NIR ranges, due to transgenic plants physiology.

KEYWORDS: oil seed, spectrometry, remote sensing

INTRODUÇÃO:

Na agricultura, a soja é uma cultura de grande relevância, com produção brasileira estimada em 111 milhões de toneladas para a safra de 2017/2018 (CONAB, 2018). Isso mantém o Brasil como o segundo maior exportador de soja e seus derivados, obtendo maiores ganhos na produtividade.

O cultivo de transgênicos é de extrema importância pois o uso de sementes de maior qualidade e o desenvolvimento da biotecnologia que configuram tolerância a herbicidas e eficiência do controle de pragas, tornam a planta mais eficientemente produtiva, com menor custo de produção. Atualmente, 92% da área total de plantio no Brasil é geneticamente modificada (CIB, 2018).

A identificação da presença da transgenia desta oleaginosa é por meio de técnicas genéticas como PCR (*Polymerase chain reaction*), espectrometria de massas, diferenças no cultivo e manejo, perfil químico-bromatológico. Recentes estudos propõem uma técnica rápida e não destrutiva para caracterização da soja através da espectroscopia (LUNA et al., 2013).

Os sensores hiperespectrais são altamente promissores para uso na pesquisa da área agrícola (LILESSAND & KIEFER, 1994) por permitir uma análise detalhada das propriedades físico-químicas das plantas e sua morfologia através de identificação da assinatura espectral do objeto em estudo (MOLIN et al., 2001). Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a resposta espectral de plântulas de soja convencional e transgênica.

MATERIAL E MÉTODOS:

Este estudo foi realizado no laboratório de sementes da ESALQ/USP (Piracicaba-SP), a partir do cultivo de plântulas de *Glycine max*, a soja. Foram cultivadas a variedade convencional e transgênica, em estufa, com irrigação constante e solo estéril.

Foram amostradas 4 plântulas de cada tratamento, convencional e transgênico. As plântulas foram coletadas com 15 dias após a emergência e não houve inoculação de sementes (Figura 1). O equipamento realizou 10 leituras espectrais para cada uma das folhas cotiledonares, obtendo-se assim uma curva espectral de cada folha que resultou em 8 curvas espectrais de cada um dos tratamentos. Após realizar um teste de hipótese, banda a banda, gerou-se a curva média de cada tratamento. As leituras foram realizadas imediatamente após a coleta.

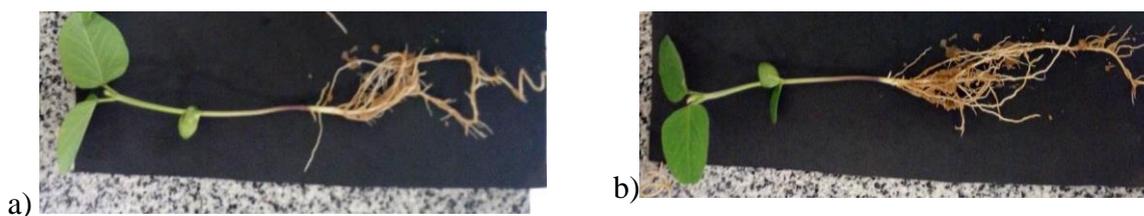


FIGURA 1 - Plântulas de soja: a) convencional e b) transgênica.

A leitura radiométrica foi realizada com o espectroradiômetro Fieldspec 3 Junior, Reflectância (ASD, Inc., Boulder, Colorado, EUA) acoplado o Plant Probe como sensor. O aparelho opera na faixa de 350 nm a 2500 nm do espectro eletromagnético, com uma resolução espectral de 10 nm e capacidade de coletar até 10 espectros por segundo (ASD, 2010). Os dados hiperespectrais analisados nas folhas compreenderam a faixa de 450 nm a 1.000 nm, ou seja, do visível (VIS) ao infravermelho próximo (NIR), por ser a faixa espectral mais utilizada com vegetação (LIU, 2006; PONZONI et al., 2012).

Após essa etapa, os dados foram analisados no software EXCEL, para projeção das curvas espectrais, visando a diferenciação dos dados amostrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As plântulas apresentaram diferenças no espectro, principalmente na região do VIS, onde ocorre a resposta da fotossíntese. Já na região que compreende o Red Edge e o NIR elas se mostraram semelhantes, não evidenciando diferenças genotípicas (Figura 2).

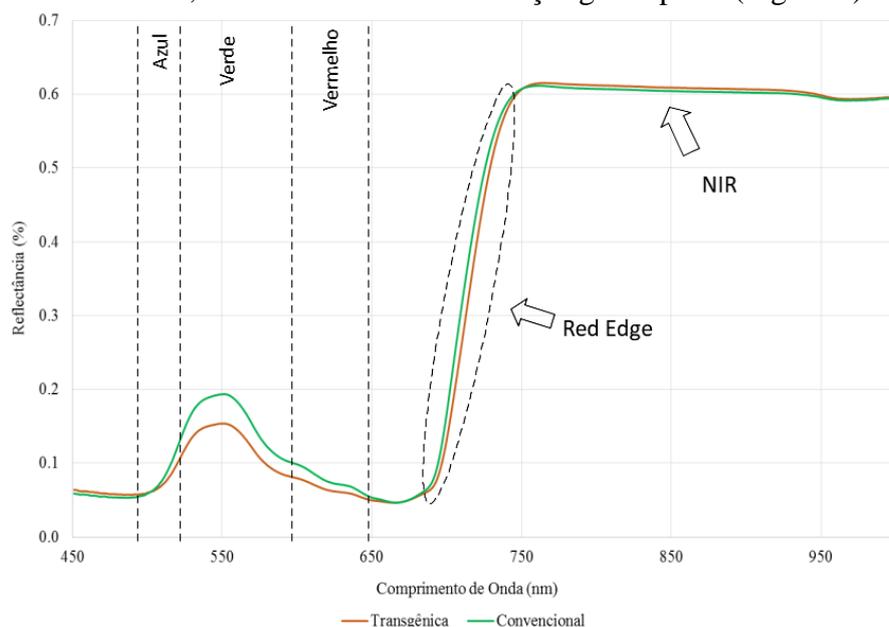


FIGURA 2 - Curva espectral média das plântulas de soja

Na faixa do VIS (400-700 nm), onde a curva da plântula transgênica foi mais baixa do que a convencional, foi possível perceber que essa plântula foi mais ativa fotossinteticamente, uma vez que houve maior absorção na faixa espectral do verde (520 - 590 nm). Nesse contexto, uma maior absorção representa a presença de pigmentos na folha, dentre eles clorofila, carotenóides e antocianina, e conseqüente maior taxa fotossintética (PONZONI et al., 2012). Pode-se também observar uma maior absorção de energia da plântula transgênica centrada em 550 nm (verde), referente a maiores teores de clorofila (FIORIO et al., 2015). Outra característica que justifica tal diferença nas curvas da plântula transgênica sob a convencional é maturidade da folha, devido à presença de espaços no mesófilo que absorvem mais luz nessa faixa (LIU, 2006), resultado da alta velocidade de germinação. Portanto, altas taxas fotossintéticas e do envelhecimento são características de uma planta transgênica (CARVALHO et al., 2012).

O Red Edge (680 - 750 nm) compreende a transição entre os comprimentos de onda do visível (Vermelho) e espalhamento no NIR. A amplitude da curva está relacionada com a concentração de clorofila, indicando informações sobre estado nutricional e estágios de desenvolvimento da vegetação (GITELSON et al., 2006; ZHANG et al., 2015).

Já na faixa do NIR (700 - 1300 nm), o comportamento da curva se altera, de forma que a plântula transgênica apresentou maior reflectância. A reflectância nessa região do espectro ocorre por causa do espalhamento induzido pelas discontinuidades nos índices de refração no mesófilo esponjoso, o que também pode ser justificado pelo desenvolvimento acelerado da plântula, ou seja, o envelhecimento (LIU, 2006).

CONCLUSÕES:

Foi possível identificar diferenças entre plântulas de soja transgênicas e convencionais, a partir da resposta espectral, na faixa do visível (VIS), Red Edge e do NIR. Uma possível justificativa é a maior taxa fotossintética e a maior maturidade da folha transgênica, entretanto, mais estudos são necessários para ratificar essa resposta bioquímica e fisiológica.

AGRADECIMENTOS:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À FAPESP (Proc. 2013/22435) pela obtenção do sensor e do probe (*leafclip*) do Laboratório de Sensoriamento Remoto ESALQ/USP. E ao Laboratório de Tecnologia de Sementes/ESALQ.

REFERÊNCIAS:

ANALYTICAL SPECTRAL DEVICES, INC. (ASD) “FieldSpec® 3 User Manual”, 2010.

CARVALHO, T. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. “Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e de sua derivada transgênica.” **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, n. 4, p. 616 - 625, 2012.

CIB – Conselho de Informações sobre biotecnologia. “**20 anos de transgênicos: benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil.**” Agroconsult, 2018, 20 p.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. “**Acompanhamento da safra brasileira de grãos, quinto levantamento, safra 2017/18.**” Brasília: Conab, 2018, 140 p.

FIORIO, P. R.; MARTINS, J. A.; MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. “Dados espectrais de dossel de cana-de-açúcar para predição do teor relativo de clorofila.” In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, **Anais...** 2015. p. 1-7.

GITELSON A. A.; VINÃ A.; VERMA S. B.; DONALD C. RUNDQUIST; ARKEBAUER T. J.; KEYDAN G.; LEAVITT B.; CIGANDA V.; BURBA G. G.; SUYKER A. E. “Relationship between gross primary production and chlorophyll content in crops: Implications for the synoptic monitoring of vegetation productivity.” **Journal of Geophysical Research**, v. 111, 2006.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. “**Remote sensing and image interpretation.**” 3rd ed. John Wiley and Sons, 1994, 750 p.

LIU, W. T. H. “**Aplicações de Sensoriamento Remoto**”. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006, 908 p.

LUNA A. S.; SILVA A. P.; PINHO J. S. A.; FERRÉ J.; BOQUÉ R. “Rapid characterization of transgenic and nontransgenic soybean oils by chemometric methods using NIR spectroscopy.” **Spectrochimica Acta**, v.100, p.115-119, 2013.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. DO; COLAÇO, A. F. “**Agricultura de precisão.**” Cubatão: Oficina de Textos, 2001, 83 p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. “**Sensoriamento Remoto da Vegetação.**” 2^a Edição. Cubatão: Oficina de Textos, 2012. 160 p.

ZHANG F.; ZHOU G.; NILSSON C. “Remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation for a maize canopy in Northeast China.” **Jornal of Plant Ecology**, v.8, n.4, p.429-435, 2015.