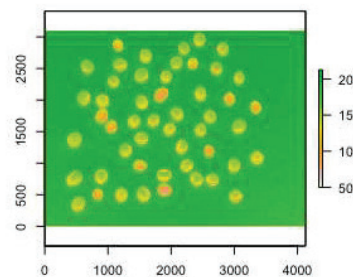
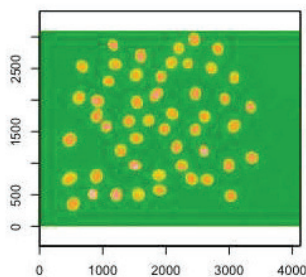
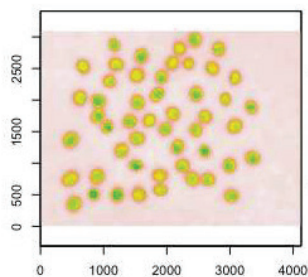
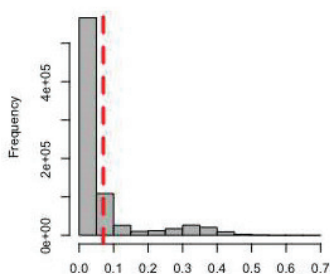


Determinação de Sementes de Soja Esverdeadas por Meio de Análise de Imagens

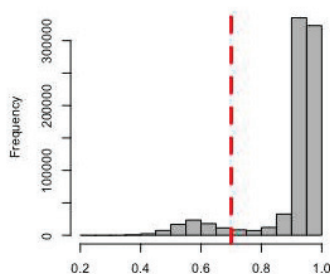
OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



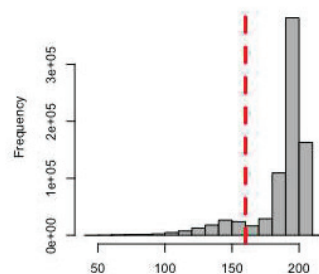
SI



BGI



BI



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
212**

**Determinação de Sementes de Soja
Esverdeadas por Meio de Análise de Imagens**

Antonio Antunes Neto
Filipe Inácio Matias
Alexandre Martins Abdão dos Passos
Nayara Mourão Rocha

*Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2020*

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
*Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
Maria Cristina Dias Paes*

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Figura da capa
*Antônio Antunes Neto, Filipe Inácio Matias,
Alexandre Martins Abdão dos Passos e Nayara
Mourão Rocha*

1ª edição
Publicação digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Determinação de sementes de soja esverdeadas por meio de análise de imagens /
Antônio Antunes Neto ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo,
2020.

21 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo,
ISSN 1679-0154; 212).

1. Glicine max. 2. Semente. 3. Contaminação. 4. Clorofila. 5. Retenção. I. An-
tunes Neto, Antônio. II. Matias, Filipe Inácio. III. Passos, Alexandre Martins Abdão
dos. IV. Rocha, Nayara Mourão. V. Série.

CDD 633.34 (21. ed.)

Sumário

Resumo	05
Abstract	06
Introdução.....	07
Material e Métodos	08
Resultados e Discussão	09
Conclusões.....	15
Referências	17
Anexo	17

Determinação de Sementes de Soja Esverdeadas por Meio de Análise de Imagens¹

Antonio Antunes Neto²

Filipe Inácio Matias³

Alexandre Martins Abdão dos Passos⁴

Nayara Mourão Rocha⁵

Resumo – Os atuais métodos de avaliação de qualidade de lotes de sementes são realizados de forma manual, sendo considerados de baixa efetividade e alta subjetividade. Dentre os atributos de qualidade, alguns como os fisiológicos e genéticos são baseados em coloração e podem ser passíveis de utilização de processos computadorizados para quantificação e qualificação de lotes. O objetivo do trabalho foi avaliar um processo de análise de imagens de sementes para determinar níveis de contaminação de sementes verdes em lotes de soja. Foram avaliados lotes com 0, 2, 4, 12 e 22% de contaminação de sementes esverdeadas. As imagens foram capturadas por um aparato de baixo custo envolvendo um celular e iluminação LED. O processo foi dividido em duas etapas, compreendendo a identificação de semente em relação ao fundo (etapa 1) e a identificação de sementes verdes (etapa 2). Foram utilizados os índices *Spectral Slope Saturation Index* (SI), *Blue Green Pigment Index* (BGI) e *Brightness Index* (BI). O BGI foi o que apresentou melhor desempenho na determinação do número total de sementes (erro de contagem de 0.33 sementes em relação ao lote de 50 sementes). A melhor combinação compreendeu a utilização dos índices BGI na etapa 1 e BI na segunda etapa. A utilização do pacote adaptado foi apropriada para realizar a avaliação e determinação por quantificação dos níveis em lotes de sementes de soja com diferentes níveis de sementes esverdeadas.

Termos para indexação: *Glycine max*, clorofila, R, qualidade fisiológica, tecnologia de sementes.

¹ Trabalho financiado pelo CNPq.

² Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista PIBIC CNPq/Embrapa.

³ Pesquisador no Department of Horticulture, University of Wisconsin-Madison.

⁴ Eng. Agrôn. DSc em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

⁵ Estudante do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de São João del-Rei, Estagiário da Embrapa

Determination of Greenish Soybean Seeds Through Image Analysis

Abstract – The standard methods for evaluating the quality of seed lots are carried out manually, being considered of low effectiveness and high subjectivity. Among the attributes of seed quality, some such as physiological and genetic are based on visual analysis of the color and may be switch to the use of software for quantification and qualification of lots. The aim of the work was to evaluate a seed image analysis software to determine levels of contamination of greenish seeds in soybean lots. Lots with 0, 2, 4, 12 and 22% greenish seed contamination were evaluated. The images were captured by a low-cost device involving a cell phone and LED lighting studio. The process was divided into two stages, comprising the identification of the object (seed) in relation to the background (stage 1) and identification of green seeds among the others (stage 2). The *Spectral Slope Saturation Index* (SI), *Blue Green Pigment Index* (BGI) and *Brightness Index* (BI) indices were used. The BGI showed the best performance in determining the total number of seeds (counting error of 0.33 seeds in relation to the batch of 50 seeds). The best combination included the use of the BGI indices in step 1 and BI in the second step. The use of the adapted package was appropriate to evaluate and determinate the different levels of greenish soybean seeds in the lots.

Index terms: *Glycine max*, chlorophyll, R, physiological quality, seed technology.

Introdução

O Brasil consagra-se como o maior produtor de soja do globo na safra 2019/2020. Nela, foi plantada uma área de 36,9 milhões de hectares, e obteve-se produtividade média de 3.254 kg ha⁻¹, gerando uma produção de 120,9 milhões de toneladas. A soja consagrou-se também como a maior cultura granífera no País (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2020). No mercado nacional de sementes, a soja representa a cadeia de maior valor, compreendendo um volume estimado de sementes comercializadas de 3 milhões de t e faturamento de R\$ 11,3 bilhão anualmente, um montante que representa 35% do total movimentado pelo mercado de sementes certificadas no Brasil.

A produção brasileira de sementes e grãos de soja tem sido afetada por lotes com altos níveis de retenção de clorofila nas sementes, também chamada de soja esverdeada (França-Neto et al., 2012). Nessas sementes, os cotilédones apresentam vestígios do pigmento verde, e a consequência é verificada na qualidade fisiológica das sementes, com decréscimo do vigor e da viabilidade (Zorato et al., 2007; Teixeira et al., 2020), assim como impacto sobre a cadeia de processamento de grãos.

Quando há acima de 9% de sementes esverdeadas em um lote, verifica-se perda da qualidade com comprometimento desse lote de semente de soja para comércio, pois o efeito na redução do potencial fisiológico é significativo (Pádua et al., 2007). Lotes de sementes esverdeadas, em alto nível, ocasionam deterioração na qualidade fisiológica das sementes, impactando na formação de estandes apropriados, ocasionando descartes de lotes, menor tempo de armazenamento, sementes menores e de menor resposta em campo (Teixeira et al., 2020). Na indústria de processamento, cargas com altos níveis de grãos verdes com clorofila reduzem a estabilidade oxidativa do óleo, geram perdas pela diminuição da velocidade do processo de hidrogenação e maior custo ao processo (Borrmann et al., 2009).

A utilização de softwares e ferramentas para auxiliar nas análises de plantas em campo e laboratórios está se tornando mais recorrente (Feng et al., 2019; Medeiros et al., 2020). Nesse sentido, a utilização de análises de sementes e grãos por imagens para auxiliar tomadas de decisões mais assertivas é proeminente (Al-Amery et al., 2018; Xia et al., 2019). Com po-

pularização de telefones com câmeras digitais, cada vez mais disponíveis aos produtores rurais, o emprego de soluções rápidas, de baixo custo e mais objetivas, pode representar uma alternativa para classificação de sementes e cargas de grãos. Contudo, ainda são menores os esforços e resultados visando o desenvolvimento de soluções de baixo custo e alta acurácia para utilização diretamente por produtores rurais e outros atores da cadeia.

Objetivou-se com esse trabalho, apresentar uma adaptação de um pipeline semiautomático, de baixo custo, para avaliação de lotes de sementes de soja com diferentes níveis de contaminação por soja esverdeada. Por ser uma aplicação ao setor produtivo de um algoritmo adaptado da academia, a publicação atende o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9: “Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação”.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no laboratório de sementes da Embrapa Milho e Sorgo, utilizando lotes de sementes de soja provenientes de campos de produção da Empresa, em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Foram utilizadas sementes da cultivar BRS Vencedora RR, peneira 6.5, oriundas da safra 2019/2020. Os lotes de sementes foram montados de forma manual, para compor diferentes níveis de contaminação por sementes esverdeadas, simulando condições rotineiramente encontradas em campos de produção de sementes de soja. Foram montados lotes compreendendo 0, 2, 4, 6, 12 e 22% de contaminação por unidade. As amostras de trabalho compreenderam um total de 50 sementes por repetição.

As imagens foram capturadas utilizando um celular da marca Apple, modelo Iphone 11 com um sensor RGB com resolução de 12 Mp (4.000 x 3.000 pixel), 0.25s de exposição, sensor 1/2.55”, com foco automático e sem flash em um estúdio fotográfico de baixo custo com iluminação artificial por LED, visando avaliar condições de baixo custo e expedida para avaliação de lotes de soja. As imagens foram realizadas utilizando um fundo de cor branca,

com o sensor posicionado em nadir com condições externas com iluminação natural.

Para análise das imagens, foi utilizado um pacote FIELDimageR desenvolvido em linguagem R, originalmente projetado para análises de imagens oriundas de drones, adaptado para condições de bancada (Matias et al., 2020). A remoção do fundo e a contagem total do número de sementes na amostra foram realizadas com auxílio de três diferentes índices disponíveis no pacote. Esses foram comparados quanto à habilidade de diferenciar o fundo das sementes. Os índices avaliados foram (i) *Spectral Slope Saturation Index*, (ii) *Blue Green Pigment Index* e (iii) *Brightness Index* (Tabela 1).

Tabela 1. Índices avaliados na determinação do pipeline de avaliação de soja verde

Nome	Índice	Fórmula*	Referência
Brightness Index	BI	$\frac{\sqrt{R^2+G^2+B^2}}{R - B/R + B}$	Richardson e Wiegand (1977)
Spectral Saturation Index	SI	$\frac{\sqrt{R^2+G^2+B^2}}{3}$	Escadafal et al. (1994)
Blue Green Pigment Index	BGI	B/G	Zarco-Tejada et al. (2005)

* R (comprimento de onda na região do vermelho 650 nm), G (verde: 550 nm) e B (azul: 450 nm)

Resultados e Discussão

A seleção do melhor índice foi baseada na avaliação visual do gráfico de histograma e na facilidade de determinação do limiar de corte que define quais valores representam fundo e quais valores representam as sementes (Figura 1). Este limiar de corte é definido na região entre os picos do histograma (linha tracejada em vermelho, Figura 1). Os valores de corte foram 0,07; 0,7 e 160 para SI, BGI e BI, respectivamente.

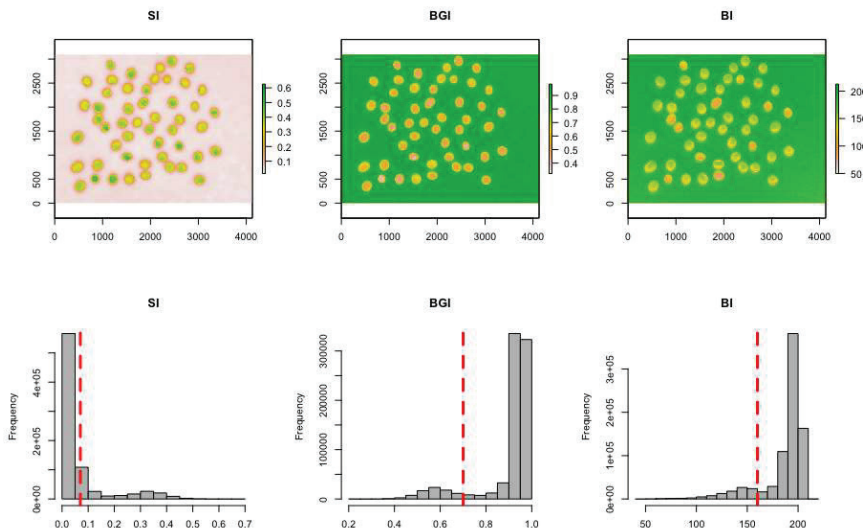


Figura 1. Imagens e histogramas dos valores dos *pixels* dos índices *Spectral Slope Saturation Index* (SI), *Blue Green Pigment Index* (BGI) e *Brightness Index* (BI) utilizados para diferenciação entre sementes e fundo.

O índice BGI foi utilizado como exemplo para diferenciar as sementes do fundo na imagem com 11 sementes verdes do lote (22% de infestação), conforme indicado na Figura 2. Valores de *pixels* inferiores a 0,7 foram considerados verdadeiros e representavam as sementes, enquanto valores superiores foram considerados falsos e representavam o fundo.

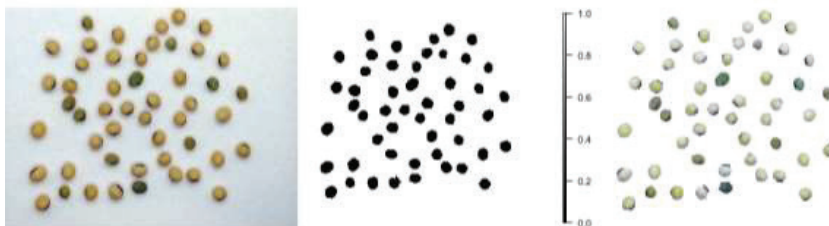


Figura 2. Remoção do fundo da imagem e identificação das sementes por meio do índice *Blue Green Pigment Index* (BGI).

Após definida esta imagem binária, também conhecida como mascar com pixels, que identifica o formato das sementes (0 = verdadeiro e 1 = falso), o algoritmo de segmentação de imagem chamado *Watershed* (“Linhas Divisoras de Água”) disponível na função *fieldCount* do software FIELDImageR foi utilizado para a contagem do número total de sementes nas amostras (Figura 3). O tamanho mínimo definido foi de 0,1% da área total.

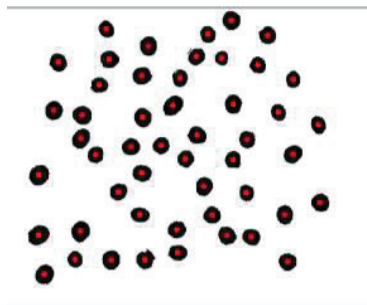


Figura 3. Contagem do número total de sementes na imagem utilizando o algoritmo de segmentação de imagens *Watershed*.

Para a identificação de sementes verdes nas amostras, os três índices avaliados na etapa anterior (SCI, BGI e BI) foram utilizados para definir o ponto de corte que melhor representa as sementes verdes. No entanto, nesta etapa, não foi possível visualizar diferentes picos no histograma (Figura 4). Assim, o ponto de corte foi definido por meio da visualização dos valores dos índices diretamente nas imagens (gráficos na região superior da Figura 4). Os valores de corte definidos foram 0,35; 0,55 e 130 para SI, BGI e BI, respectivamente.

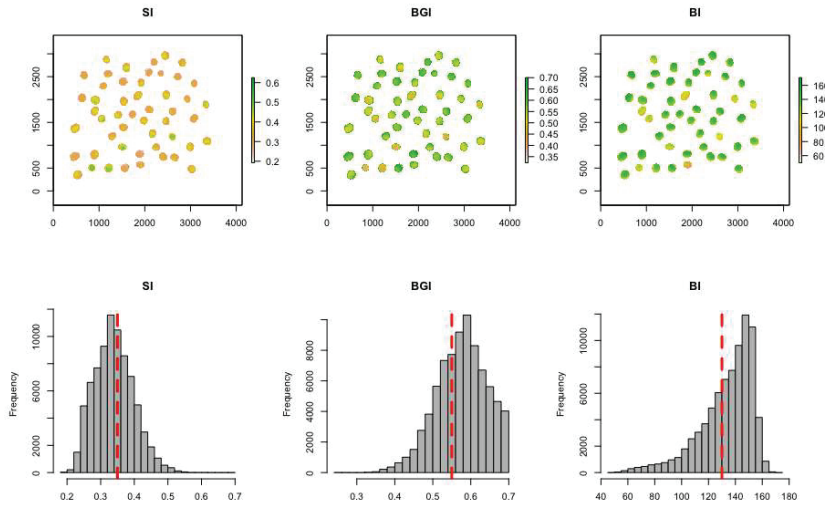


Figura 4. Imagens e histogramas dos valores dos *pixels* dos índices *Spectral Slope Saturation Index* (SI), *Blue Green Pigment Index* (BGI) e *Brightness Index* (BI) utilizados para diferenciação das sementes verdes.

O mesmo algoritmo de segmentação de imagem descrito acima foi utilizado para contar o número de sementes verdes. Observa-se que várias formas com diferentes tamanhos foram identificadas (Figura 5). Assim, com o intuito de reduzir erros na contagem, apenas formas com valores acima de 0.07% do tamanho total da imagem foram consideradas.



Figura 5. Contagem do número de sementes verdes (11 sementes) utilizando o algoritmo de segmentação de imagens *Watershed*.

Para a definição do melhor índice em cada etapa do pipeline, seis níveis de soja verde (0, 2, 4, 6, 12 e 22%) foram avaliados para mensurar a performance dos três índices em cada uma das duas etapas do pipeline descritas acima, identificação de semente em relação ao fundo (etapa 1) e identificação de sementes verdes (etapa 2). Para isso, o erro de contagem foi calculado pelo valor absoluto médio da diferença entre o número de sementes identificadas pelo índice em relação ao número de sementes esperado (avaliado manualmente) em cada etapa (Figura 6). O índice BGI foi o que apresentou melhor desempenho na determinação do número total de sementes com menor erro de contagem de 0,33 sementes em relação às 50 sementes esperadas nas amostras, seguidos pelos índice BI e SCI, ambos com 2,83. Similar performance foi observada na etapa 2, quanto à identificação de sementes verdes.

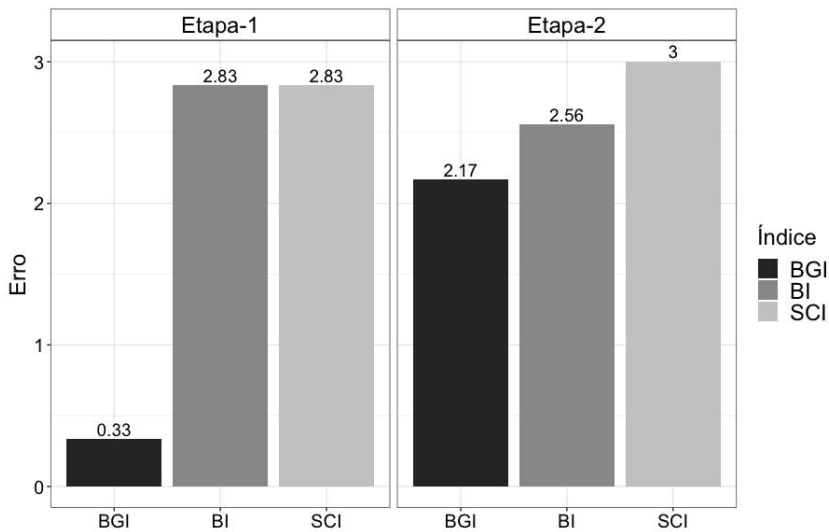


Figura 6. Erro médio oriundo do valor absoluto da diferença entre o número de sementes identificadas pelo índice comparado ao número esperado em cada etapa do pipeline. *Spectral Slope Saturation Index* (SI), *Blue Green Pigment Index* (BGI) e *Brightness Index* (BI).

Apesar de a média BGI apresentar melhores resultados na avaliação individual nas duas etapas do pipeline (Figura 6). A combinação do índice BGI na contagem total de sementes e BI na identificação de sementes verdes proporcionou o menor erro médio em relação a todas as comparações de níveis de soja verde, 0,37 aproximadamente. O uso do índice BI nas duas etapas foi a combinação com segundo melhor desempenho com erro médio de contagem de 2,42 sementes (Figura 7). Utilizar o índice SCI na segunda etapa do pipeline resultou na pior estimativa do número de sementes verdes, considerando os critérios de tamanho mínimo de contagem de 0,07% utilizados neste pipeline.

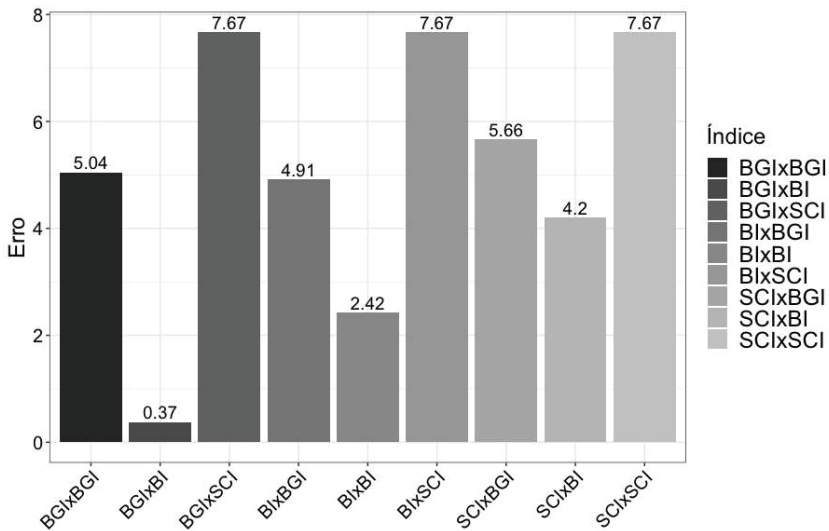


Figura 7. Erros médios oriundos dos valores absolutos das diferenças entre o número de sementes verdes identificadas pelo pipeline em relação ao número esperado. *Spectral Slope Saturation Index (SI)*, *Blue Green Pigment Index (BGI)* e *Brightness Index (BI)*.

Conclusões

O código fonte desenvolvido foi apropriado para realizar a avaliação dos níveis de sementes de soja esverdeadas em lotes de soja. O índice *Blue Green Pigment Index* (BGI) é indicado para contagem do número total de sementes (primeira etapa), e combinado com o *Brightness Index* (BI) para contagem do número de sementes esverdeadas na segunda etapa do pipeline.

Referências

ACOMPANHAMENTO da Safra Brasileira [de] Grãos, v. 11, safra 2019/20: décimo levantamento. Brasília: Conab, 2020.

AL-AMERY, M.; GENEVE, R.; SANCHES, M.; ARMSTRONG, P.; MAGHIRANG, E.; LEE, C.; HILDEBRAND, D. Near-infrared spectroscopy used to predict soybean seed germination and vigour. **Seed Science Research**, v. 28, n. 3, p. 245-252, 2018.

BORRMANN, D.; JUNQUEIRA, R. de M.; SINNECKER, P.; GOMES, M. S. de O.; CASTRO, I. A.; MARQUEZ, U. M. L. Chemical and biochemical characterization of soybean produced under drought stress. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 676-681, 2009.

ESCADAFAL, R.; BELGHITH, A.; BEN-MOUSSA, H. Indices spectraux pour la télédétection de la dégradation des milieux naturels en Tunisie aride. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES MESURES PHYSIQUES ET SIGNATURES EN TÉLÉDÉTECTION, 6., 1994, Val d'Isère, France. **Anaux...** Toulouse: Centre National d'Etude Spatiale, 1994. p. 253-259.

FENG, L.; ZHU, S.; LIU, F.; HE, Y.; BAO, Y.; ZHANG, C. Hyperspectral imaging for seed quality and safety inspection: a review. **Plant Methods**, v. 15, article 91, 2019.

FRANÇA-NETO, J. B.; PÁDUA, G. P. de; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARVALHO, M. L. M. de; HENNING, A. A.; LORINI, I. **Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 15 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 91).

MATIAS, F. I.; CARAZA-HARTER, M.; ENDELMAN, J. B. FIELDimageR: A R package to analyze orthomosaic images from agricultural field trials. **The Plant Phenome Journal**, v. 3, n. 1, e20005, 2020.

MEDEIROS, A. D. de; SILVA, L. J. da; PEREIRA, M. D.; OLIVEIRA, A. M. S.; DIAS, D. C. F. S. High-throughput phenotyping of brachiaria grass seeds using free access tool for analyzing X-ray images. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, e20190209, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652020000201029&lng=en&nrm=i-so>. Acesso em: 7 ago. 2020.

PÁDUA, G. P. de; FRANÇA-NETO, J. de B.; CARVALHO, M. L. M. de; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. Tolerance level of green seed in soybean lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 112-120, 2007.

RICHARDSON, A. J.; WIEGAND, C. L. Distinguishing vegetation from soil background information. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 43, n. 12, p. 1541-1552, 1977.

TEIXEIRA, S. B.; SILVA, J. G. da; MENEGUZZO, M. R. R.; MARTINS, A. B. N.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. V. M. de. Green soybean seeds: effect on physiological quality. **Ciência Rural**, v. 50, n. 2, e20180631, 2020.

XIA, Y.; XU, Y.; LI, J.; ZHANG, C.; FAN, S. Recent advances in emerging techniques for non-destructive detection of seed viability: a review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 1, p. 35-47, 2019.

ZARCO-TEJADA, P. J.; BERJÓN, A.; LÓPEZ-LOZANO, R.; MILLER, J. R.; MARTÍN, P.; CACHORRO, V.; GONZÁLEZ, M. R. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. **Remote Sensing and Environment**, v. 99, n. 3, p. 271-287, 2005.

ZORATO, M. de F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J. de B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

Anexo:

Código fonte

```
install.packages("sp")
install.packages("raster")
install.packages("rgdal")
install.packages("ggplot2")
install.packages("agricolae")
install.packages("reshape2")
install.packages("devtools")
install.packages("parallel")
install.packages("foreach")
install.packages("doParallel")
install.packages("lme4")
devtools::install_github("filipematias23/FIELDImageR")
library(FIELDImageR)
library(raster)
library(ggplot2)
library(agricolae)
library(reshape2)
library(lme4)
EX1<-stack("soybean/11.jpg")
EX1<-aggregate(EX1, fact= 4)
plotRGB(EX1)
# extent=T (The whole image area will be the shapefile)
EX.shapeFile<-fieldPolygon(EX1,extent = T)
```

```
# Select one index to identify leaves and remove the background
EX1.I1<- fieldIndex(mosaic = EX1,index = c("SI","BGI","BI"))
# Thresholding
dev.off()
par(mfrow=c(1,2))
hist(EX1.I1$BGI)
plot(EX1.I1$BGI)
# Removing the background
EX1.R1<- fieldMask(mosaic = EX1, index = "BGI",
                  cropValue = 0.7,
                  cropAbove = T)
# Counting the total number of seeds
EX.P.Total<-fieldCount(mosaic = EX1.R1$mask,
                      fieldShape = EX.shapeFile$fieldShape,
                      minSize = 0.1,
                      cex = 1.5,
                      na.rm = T)
# Select one index to identify green seeds
EX1.I2<-fieldIndex(mosaic=EX1.R1$newMosaic,index=c("SI","BGI","BI"))
#BI index
plot(EX1.I2$BI)
# Selecting green seeds
EX1.R2<- fieldMask(mosaic = EX1.R1$newMosaic,
                  index = "BI",
                  #myIndex = "Blue",
                  cropValue = 130,
```

```
cropAbove = T)
# Counting the number of green seeds
EX.Green<-fieldCount(mosaic = EX1.R2$mask,
                    fieldShape = EX.shapeFile$fieldShape,
                    minSize = 0.07,
                    cex = 1.5,
                    na.rm = T)
# Joying information
data.frame(Total=EX.P.Total$fieldCount,
          Green=EX.Green$fieldCount,
          Percentage=round(EX.Green$fieldCount/EX.P.Total$fieldCount,2))
#####
### Parallel ###
#####
# Required packages
library(parallel)
library(foreach)
library(doParallel)
# Images names (folder directory: "./soybean/")
pics<-list.files("./soybean/")
# Number of cores
n.core<-2
# Starting parallel
cl <- makeCluster(n.core, output = "")
registerDoParallel(cl)
```

```
EX.Table.Parallel <- foreach(i = 1:length(pics), .packages =  
c("raster","FIELDimageR"),  
                             .combine = rbind) %dopar% {  
EX1<-stack(paste("./soybean/",pics[i],sep = ""))  
EX1<-aggregate(EX1, fact= 4)  
EX.shapeFile<-fieldPolygon(EX1,extent = T,  
                             plot = F)  
EX1.R1<- fieldMask(mosaic = EX1, index = "BGI",  
                  cropValue = 0.7,  
                  cropAbove = T,  
                  plot = F)  
EX.P.Total<-fieldCount(mosaic = EX1.R1$mask,  
                       fieldShape = EX.shapeFile$fieldShape,  
                       minSize = 0.1,  
                       cex = 1.5,  
                       na.rm = T)  
EX1.R2<- fieldMask(mosaic = EX1.R1$newMosaic,  
                  index = "BI",  
                  cropValue = 130,  
                  cropAbove = T,  
                  plot = F)  
EX.Green<-fieldCount(mosaic = EX1.R2$mask,  
                    fieldShape = EX.shapeFile$fieldShape,  
                    minSize = 0.07,  
                    cex = 1.5,  
                    na.rm = T)
```

```
data.frame(Total=EX.P.Total$fieldCount,  
           Green=EX.Green$fieldCount,  
           Percentage=round(EX.Green$fieldCount/EX.P.Total$fieldCount,2))  
}  
rownames(EX.Table.Parallel)<-pics  
EX.Table.Parallel
```

Embrapa

Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL