

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 11 (6)

December 2018

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=602&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Rendimento e validação do uso de digitalizador na estimativa do número de grãos de girassol

Yield and validation of the scanner for use in the estimation of number of sunflower grains

E. P. Souza¹, L. R. Fachi^{1*}, P. R. J. Santos¹, R. A. Savelli¹, A. H. Nied¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso – Tangará da Serra

*Author for correspondence: leandrofachi@hotmail.com

Resumo. A exploração comercial do girassol se baseia na extração de óleo dos aquênios e do farelo produzido, sendo uma das mais importantes espécies fornecedoras de óleo do mundo. O objetivo do trabalho foi o de verificar no girassol o rendimento de grãos de lavouras comerciais e validar o método de uso do digitalizador (scanner) para a contagem de sementes. As coletas dos dados foram realizadas em duas lavouras comerciais, localizadas nos municípios de Diamantino- MT e em Campo Novo dos Parecis - MT. As variáveis foram avaliadas entre janeiro a julho de 2014 sendo elas: rendimento de grãos, componentes do rendimento de grãos e estatura de plantas. A contagem de sementes foi feita manualmente e através de um digitalizador Scanner HP Photosmart C4480 All-in-one, e a imagens foram processadas para a estimativa da quantidade de sementes por capítulo no programa Quant.v. 1.0.2. Os dados de rendimentos de grãos foram correlacionados com os componentes de rendimento de grãos. A massa de aquênios por capítulo apresentou correlação significativa com o rendimento de grãos. Para efetuar a calibração das imagens digitalizadas são adequados 1190 e 1107 sementes nas variedades agrobela e aguará, respectivamente, sendo que o método de contagem de sementes com o digitalizador é preciso e pode substituir o método manual, além disso, permite que seja possível trabalhar com amostras maiores de aquênios por capítulo com menor tempo dispendido.

Palavras-chaves: contagem manual, sementes, digitalizador, quantificação.

Abstract. The commercial exploitation of sunflower is based on the extraction of oil from the achenes and the bran produced, being one of the most important oil supplying species in the world. The objective of the work was to verify the yield of grains from commercial crops in the sunflower and to validate the method of using the scanner for the seed count. The data were collected in two commercial crops, located in the municipalities of Diamantino-MT and Campo Novo dos Parecis-MT. The variables were evaluated between January and July 2014: grain yield, grain yield components and plant height. The seed count was done manually and through an HP Photosmart C4480 All-in-One Scanner scanner, and the images were processed to estimate the number of seeds per chapter in the Quant.v program. 1.0.2. Grain yield data were correlated with grain yield components. The mass of achenes per chapter showed a significant correlation with grain yield. In order to calibrate the digitized images, 1190 and 1107 seeds in the agrobela and aguara varieties, respectively, are adequate, and the seed counting method with the digitizer is accurate and can replace the manual method, in addition, it allows to work with larger samples of achenes per chapter with less time spent.

Keywords: manual counting, seeds, scanner, quantification.

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) destacou-se na safra 2013/2014, como quarta maior oleaginosa em produção de grãos (42,87 milhões de toneladas) e terceira em área cultivada (24,64 milhões de hectares) no mundo. No Brasil a área destinada ao cultivo do girassol no Brasil na safra 2015/2016, ficou em torno de 70.134 mil hectares, com 25.034 mil hectares cultivados somente no estado do Mato Grosso (IBGE, 2016).

A exploração comercial do girassol se baseia na extração do óleo dos aquênios e do farelo produzido, sendo essa, uma das principais espécies fornecedoras de óleo do mundo (JESUS et al., 2011). Outro fator de importância econômica do girassol está na sua tolerância à seca e à baixa temperatura do ar, sendo uma cultura de ampla adaptabilidade para diferentes regiões de cultivo, proporcionando altas perspectivas de expansão em regiões mais

áridas, como o cerrado do Brasil (PAIXÃO et al., 2014).

Entretanto, existem vários fatores que afetam a produtividade do girassol, entre esses fatores pode-se incluir época de semeadura, variabilidade genética, fertilidade do solo, disponibilidade de água, estágio de desenvolvimento da planta, densidade de plantio e o clima (GAZZOLA et al., 2012).

Além dos fatores que afetam a produtividade das culturas é importante determinar os fatores que afetam a qualidade de um lote de grãos, dentre esses fatores destaca-se a contagem das sementes. A contagem de sementes apresenta grande importância para determinar a massa de mil sementes, número de sementes por planta ou por capítulo, entre outras variáveis (ISTA, 2008). A contagem manual das sementes é dispendiosa em tempo e pode apresentar erros de contagem.

A estimativa de sementes com o auxílio do digitalizador (scanner) representa uma nova fase, onde auxilia tanto na verificação de integridade como nas estruturas dos grãos, diminuindo o uso de outros testes, como o teste de viabilidade, de vigor e tetrazólio, que demandam muito tempo e mão de obra especializada (PEREIRA, 2016). A principal vantagem da utilização das análises informatizadas está relacionada a precisão dados coletados, além de ser uma técnica muito fácil de reproduzir, confiável e não destrutiva (ALVARENGA et al., 2012). Entretanto, o método de estimativa do número de sementes com a digitalização das imagens requer uma validação para ser empregado em contagens de sementes, especialmente de girassol.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar o rendimento de grãos de lavouras comerciais e validar o uso do digitalizador (scanner) na contagem de sementes na cultura do girassol.

Métodos

As análises foram realizadas em duas lavouras comerciais, uma localizada no município de Diamantino-MT (latitude 14°24'32" sul e longitude 56°26'45" oeste, estando a uma altitude de 269 metros), e a outra em Campo Novo dos Parecis (latitude 13°40'31" sul e longitude 57°53'31" oeste, estando a uma altitude de 572 metros).

O experimento foi realizado na safra agrícola de 2013/2014, sendo realizada visitas nas propriedades rurais afim de monitorar o desempenho agrônômico de girassol em ambas as lavouras. As variáveis foram avaliadas nos dias 11 e 21 de julho de 2014, sendo elas: rendimento de grãos, componentes do rendimento de grãos (número de aquênios por capítulo, massa de mil grãos), estatura de plantas. As variedades observadas em campo foram a agrobela 975 (Diamantino) e aguará 3 (Campo Novo dos Parecis), respectivamente.

A colheita dos capítulos foi efetuada em cinco pontos por propriedade. Em cada coleta eram

colhidas e observadas as características das plantas de duas linhas de 3m, obtendo 1,35 m² de área útil. A medição de altura foi efetuada do colo da planta até a inserção do capítulo e o diâmetro da haste da planta foi medido a 3 cm acima do solo. Todas as plantas da área útil foram colhidas para a determinação dos componentes e rendimento de grãos.

Foram realizadas duas contagens das sementes, sendo a primeira contagem realizada manualmente e a segunda através de um digitalizador Scanner HP Photosmart C4480 All-in-one, onde logo em seguida foi feita a estimativa de quantidade de sementes por área ocupada no programa Quant.v. 1.0.2 (VALE et al., 2002).

Para a digitalização das imagens, os aquênios foram parcelados em duas ou três amostras para melhorar a distribuição das sementes sobre o digitalizador, reduzindo e evitando sobreposição das sementes. Para a validação do método de contagem de sementes foram sorteados quatro capítulos de cada ponto observado, totalizando 20 amostras por fazenda.

Foi utilizada o modelo de regressão linear ($Y_i = \alpha + \beta x_i + \mu_i$) e o coeficiente de correlação (R). A contagem das sementes foi efetuada manualmente (CGm) e estimada (CGe), conforme modelo de regressão linear de validação: $CGe = a + b CGm$.

O critério de escolha dos modelos gerados baseou-se na significância dos parâmetros linear e angular dos mesmos, através do teste t, e do maior valor do coeficiente de determinação (r^2 ou $> 0,90$). O parâmetro angular do modelo linear gerará a exatidão no afastamento dos valores estimados em relação aos observados.

Também foi calculado "índice d", proposto por WILLMOTT (1982), seus valores variam de 0 (nenhuma concordância) a 1 (concordância perfeita), os valores acima de 0,75 são considerados satisfatórios. O índice é dado pela fórmula:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2}$$

onde,

d – índice de concordância ou ajuste;

E_i – estimativa de n° de grãos (estimativa);

O_i – contagem manual de grãos (observado)

\bar{O} – média dos valores observados; e

n – número de observações.

O índice de confiança (c), representado pelo produto do coeficiente de correlação (r) com o índice de concordância (d) proposto por Willmott et al. (1982), foi calculado segundo Camargo e Sentelhas (1997) pela equação $c = r.d$. O índice de

confiança representa o desempenho do método de estimativa da contagem de sementes do péssimo até ótimo (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do índice de confiança ou desempenho (c), proposto por Camargo e Sentelhas (1997)

c	Desempenho
> 0,90	Ótimo
0,81 a 0,90	Muito bom
0,71 a 0,80	Bom
0,51 a 0,70	Mediano
0,41 a 0,50	Sofrível
0,31 a 0,40	Mau
≤ 0,30	Péssimo

Também foram verificadas as condições meteorológicas (temperatura e precipitação pluvial) desde a semeadura até a colheita em cada local, obtidas de estações automáticas ou convencionais situadas nas proximidades da área da coleta. Os dados de rendimentos de grãos foram correlacionados com os componentes de rendimento de grãos (Gomes, 1990; Vieira, 1999).

Resultados e discussão

Os rendimentos de grãos para a variedade agrobela e aguará foram de 2.074,38 e 2.016,51 kg. ha⁻¹, com coeficiente de variação de 5 e 23% (Tabela 2). O rendimento observado foi superior ao registrado pelo Brasil no mesmo ano (1.371 kg ha⁻¹) e da região Centro-Oeste (1.358 kg ha⁻¹) (IBGE, 2016). Isso pode ser atribuído, a uma melhor distribuição de plantas na área de cultivo aliado a um manejo adequado, permitindo uma melhor assimilação dos recursos naturais pelas plantas, o

que pode ter contribuído ao elevado rendimento em relação às médias brasileiras (ZAREA et al., 2005).

A média do diâmetro de capítulos foi de 15,4 e 17,6 cm para variedade agrobela e aguará. Segundo Amorim et al. (2008), a escolha de genótipos com diâmetro do capítulo maior, permite a obtenção de uma boa produtividade. O diâmetro do capítulo e o peso de grãos são características de fácil obtenção, tornando-se úteis na seleção indireta para produtividade.

Quanto à altura de plantas, a média foi de 1,92 m para a variedade agrobela e 1,96 m para a variedade aguará, tal altura pode ser considerada alta, fato que se deve a grande disponibilidade hídrica da região. A altura é uma característica importante na cultura do girassol, pois está ligada diretamente ao risco de acamamento da cultura, desta forma, é recomendável lavouras com plantas de altura mais uniforme possível, auxiliando na colheita e proporcionando menores perdas na lavoura (PIVETTA et al., 2012).

O peso de mil aquênios para a variedade agrobela foi de 57,8 g e na aguará foi de 62,1 g, apresentando coeficiente de variação de 15,1 e 17,7%, respectivamente (Tabela 2). Tal resultado se assemelha com o encontrado por Heckler (2002), onde ao trabalhar com sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no estado do Mato Grosso do Sul, encontrou uma média de 59,7 g para mil aquênios.

As densidades de plantas para a variedade agrobela e aguará foram de 9,9 e 8,3 plantas m⁻², respectivamente (Tabela 2). Braz e Rossetto (2010), estudando diferentes arranjos de plantas (4,5 e 7,5 plantas m⁻²) não obtiveram diferenças no rendimento de girassol, produzindo, em média, 1.260 kg. ha⁻¹, indicando haver plasticidade na cultura. Assim, como o rendimento de grãos foi semelhante nos dois genótipos e bem superior ao verificado por Braz e Rossetto (2010) e o indicado por CONAB (2014), a densidade de plantas não foi um fator limitante para a cultura.

Tabela 2. Componentes morfológicos e de rendimento de grãos de girassol agrobela 975 e aguará 3 de Diamantino e Campo Novo dos Parecis - MT em 2014.

Variável	AGROBEL 975			AGUARÁ 3		
	Média	DP	Cv	Média	DP	Cv
D.CAP (cm)	15,37	1,67	10,86	17,62	1,62	9,18
D.COLO (cm)	20,92	0,39	1,88	22,07	2,73	12,36
ALTURA (m)	1,92	0,08	3,92	1,96	0,15	7,44
MAQ (g)	66,92	5,24	7,83	63,79	14,48	22,71
NAQUE (un)	1096,77	107,83	9,83	1094,55	48,67	4,45
MMG (g)	57,78	8,75	15,14	62,14	11,02	17,73
Rendimento (kg. ha-1)	2.074,38	105,23	5,07	2.016,51	463,71	23,00
Densidade (plts.m-2)	9,93	1,12	11,32	8,30	1,22	14,67

DP – Desvio padrão; Cv – Coeficiente de variação; D. CAP – Diâmetro do capítulo; D. COLO – Diâmetro do colo; MAQ – Massa de aquênios por capítulo; NAQUE – Número de aquênios por capítulo; MMG – Massa de 1000 grãos.

A Tabela 3 apresenta as correlações entre componentes morfológicos e o rendimento de grãos de girassol. Entre as variáveis analisadas, a massa de aquênios por capítulo apresentou correlação significativa com o rendimento de grãos. Tal fato nos mostra como o rendimento de grãos está associado com a massa de aquênios por capítulo. Entretanto, a correlação entre o número de aquênios por capítulo e o rendimento de grãos não foi significativa. Este resultado pode estar relacionado ao enchimento de grãos que pode ter sido influenciado por algum ataque de pragas, ou pelo longo período de chuvas.

O enchimento de grãos é de grande importância, pois resultará em um melhor rendimento. De acordo com Castro e Farias (2005), os capítulos que se apresentam bem desenvolvidos tendem a possuir uma maior proporção de aquênios grandes e pesados. Além disso, segundo Alkio et al. (2003) esses aquênios possuem mais tempo para a fase do enchimento, tendo a possibilidade de maior aporte de nutrientes.

Embora os resultados da correlação entre o rendimento de grãos e o diâmetro de capítulo deste trabalho não terem sido significativos estatisticamente, os valores da correlação foram positivos (Tabela 3). A ausência de correlação entre o rendimento de grãos e diâmetro de capítulos podem estar associados a fatores genéticos da própria semente, de condicionantes climáticos como

da baixa variabilidade nas variáveis do diâmetro de capítulo entre pontos de amostragem (Tabela 3). Segundo Lobo & Grassi Filho (2007), o diâmetro de capítulo é um componente importante quando comparamos cultivares de girassol, pela associação positiva com a rendimento de grãos. Da mesma forma, segundo Amorin et al. (2008), para se obter elevados rendimentos de grãos é necessário escolher genótipos que apresentem capítulos com diâmetros maiores, pois esta variável apresenta correlação positiva com o rendimento de grãos.

Na tabela 4 verifica-se os modelos de ajuste de número adequado de sementes para efetuar a calibração das imagens digitalizadas, onde, representam 1190 e 1107 sementes para sementes da variedade agobel e aguará de girassol, respectivamente. Os índices de confiança (c) mais elevados foram de 0,968 e 0,928 para imagens em preto e branco e em colorido, sendo ótimos resultados.

Os resultados da validação do método de contagem de sementes de girassol por capítulo com o uso do digitalizador foram satisfatórios. De acordo com os Figura 1, podemos verificar que a contagem de sementes pelo digitalizador apresentou índices de confiança de muito bom a ótimo. Além disso, o método se apresenta mais rápido na contagem de quantidades bem superiores de sementes em relação à contagem manual.

Tabela 3. Correlações entre componentes morfológicos e de rendimento de grãos de girassol de variedades agobel 975 e aguará 3 de Diamantino e Campo Novo do Parecis, respectivamente, em Mato Grosso em 2014.

	D.CAP	D.COLO	AP	MAQ	NAQUE	MMG
D.COLO	0,2881					
<i>P</i>	0,4196					
AP	0,6138	0,2542				
<i>P</i>	0,0591	0,4786				
MAQ	0,2578	-0,459	0,0332			
<i>P</i>	0,4721	0,1818	0,9275			
NAQUE	0,4018	0,1511	0,4237	0,0662		
<i>P</i>	0,2497	0,677	0,2224	0,8558		
MMG	0,4838	-0,176	0,161	0,5989	0,2434	
<i>P</i>	0,1565	0,6266	0,6568	0,0673	0,4981	
REND.	0,212	-0,425	0,0096	0,9664	-0,085	0,5028
<i>P</i>	0,5565	0,2212	0,2212	<.0001	0,8152	0,1385

D.CAP – Diâmetro do capítulo, D. COLO – Diâmetro do colo, AP – Altura da planta, MAQ – Massa de aquênios por capítulo, NAQUE – Numero de aquênios por capítulo, MMG – Massa de 1000 aquênios, REND – Rendimento.

Tabela 4. Modelos de ajuste do número de grãos adequados para a calibração das imagens digitalizadas em preto e branco (agrobela) e colorido (aguará).

N	MODELO	r ²	r	d	c
----- AGROBEL – aquênios pretos -----					
570	GEPB = 1,361GO - 261,2	0,94	0,970	0,860	0,834
758	GEPB = 1,257GO - 181,3	0,959	0,979	0,939	0,920
1008	GEPB = 1,199GO - 176,1	0,968	0,983	0,978	0,962
1115	GEPB = 1,235GO - 184,8	0,974	0,986	0,970	0,958
1190	GEPB = 1,235GO - 184,8	0,966	0,982	0,985	0,968
1224	GEPB = 0,996GO - 129,0	0,991	0,995	0,952	0,948
1248	GEPB = 1,215GO - 198,5	0,971	0,985	0,981	0,967
1371	GEPB = 1,133GO - 174,8	0,959	0,979	0,983	0,962
----- AGUARÁ – aquênios rajados-----					
513	GECOL = 1,686GO - 466,0	0,923	0,961	0,772	0,741
640	GECOL = 1,555GO - 365,9	0,931	0,965	0,758	0,731
925	GECOL = 1,385GO - 309,5	0,945	0,972	0,909	0,883
1060	GECOL = 1,272GO - 295,5	0,945	0,972	0,954	0,927
1107	GECOL = 1,260GO - 292,2	0,945	0,972	0,955	0,928
1253	GECOL = 1,307GO - 309,4	0,947	0,973	0,950	0,924
1363	GECOL = 1,454GO - 383,7	0,97	0,984	0,921	0,907
1484	GECOL = 0,909GO - 126,8	0,984	0,991	0,847	0,840

N - Número de grãos, GE - grãos estimados, r² - coeficiente de determinação, r – coeficiente de correlação, d – índice de concordância, c – índice de confiança.

Na validação do método (Figura 1), percebe-se que os melhores resultados nas imagens das sementes digitalizadas em preto e branco e colorida apresentaram coeficientes de confiança de 0,92 (ótimo) e 0,88 (muito bom), respectivamente. Tal resultado indica que o método foi muito confiável na estimativa da contagem de sementes.

Na variedade agrobela, com aquênios pretos, os resultados apresentados na digitalização em preto e branco apresentaram os melhores resultados (Figura 1) em relação as imagens coloridas. Nas imagens coloridas, o digitalizador identificou mais cores em relação a digitalização em preto e branco, por este motivo ocorreu menor índice de confiança nas imagens coloridas em relação as em preto e branco.

A utilização de imagens digitalizadas para avaliações de sementes e plântulas também

resultam em um melhor padrão para testes qualitativos (MCDONALD et al., 2000). De acordo com Caldeira et al., (2014), a utilização do método de digitalizador demonstrou ser mais rápida para a medição do comprimento de raízes de plântulas do que o método manual em cinco vezes. Assim, na estimativa do número de sementes de girassol com cor preta, o método apresentou coeficientes de confiança mais elevados (0,928) com a digitalização em preto e branco em relação as imagens coloridas (0,842). Já, nas avaliações do método com as sementes rajadas (aguará) os resultados do índice (c) obtidos foram de 0,881 e 0,813 para a digitalização colorida e preto e branca, respectivamente. Estes resultados podem ser atribuídos pela característica rajada das sementes, ou seja, devido as listras brancas do grão há a necessidade de se utilizar digitalizações coloridas.

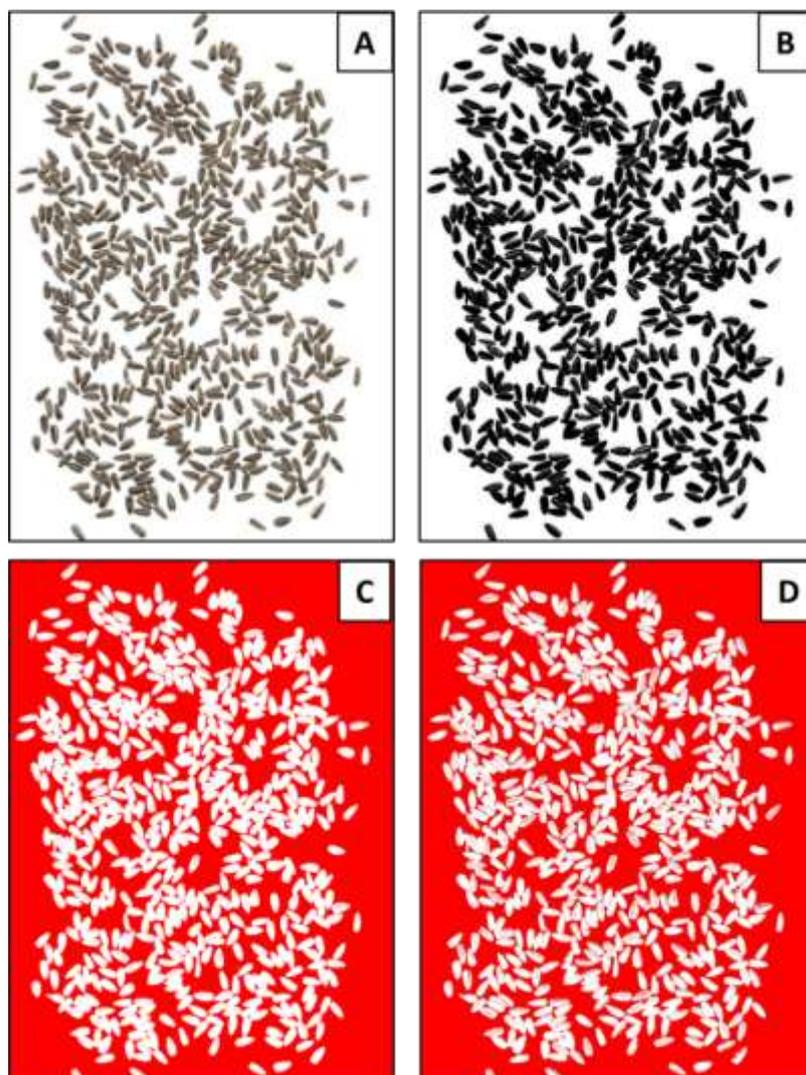


Figura 1. Imagens de sementes de girassol pretas digitalizadas em colorido (a) e em preto e branco (b), respectivamente, e processadas no programa Quant (c e d).

Conclusão

A região de Diamantino e Campo Novo dos Parecis – MT apresenta condições para obter rendimentos de grãos de girassol bem superiores à média brasileira. A massa de aquênios por capítulo apresenta associação positiva com o rendimento de grãos.

Para efetuar a calibração das imagens digitalizadas são adequados 1190 e 1107 sementes nas variedades agobel e aguará, respectivamente.

O método de contagem de sementes com o digitalizador é preciso e pode substituir o método manual, além disso, permite que seja possível trabalhar com amostras com tamanho de aquênios por capítulo com menor tempo dispendido.

Referências

ALKIO, M.; SCHUBERT, A.; DIEPENBROCK, W.; GRIMM, E. Effect of source-sink ratio on seed set and filling in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plant Cell and Environment**, 26(1):1609-1619, 2003. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0016-8025.2003.01077.x/full>> Acesso em: 26 set. 2017.

ALVARENGA, R. O.; MARCOS-FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação do vigor de sementes de milho super doce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. **Revista Brasileira Sementes**, 34(1):488-494, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222012000300017>. Acesso em: 26 set. 2017.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, 67(2): 307-316, 2008. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150424/1/2008AP-25.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2017.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos aquênios e pela densidade de sementeira. **Semina: Ciências Agrárias**, 31(1):1193-1204, 2010. Disponível em: <

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2809/6938>>. Acesso em: 26 set. 2017.

CARLA MASSIMO CALDEIRA, C. M.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; COELHO, S. V. B.; KATAOKA, V. Y. Vigor de sementes de girassol pela análise computadorizada de plântulas. **Científica**, 42(4): 346–353, 2014. Disponível em: <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/556/355>>. Acesso em: 26 set. 2017.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 5(1): 89-97, 1997. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/rba/t899751.html>. Acesso em: 26 set. 2017.

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 163-218, 2005.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra**, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em Jul. 2014.

GAZZOLA, A.; FERREIRA, J. R.; C. T.G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M. S. C.; OLIVEIRA, M. S. A cultura do girassol. Piaticaba: FEALQ, 2012. 69 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, p. 468, 1990.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, 32(3): 517-520, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782002000300024&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 26 set. 2017.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Biochemical test for viability: the topographical tetrazolium test. **Internacional rules for seed testing. Bassersdorf**. 6(1): 1-30. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura perene no ano de 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de julho de 2017.

JESUS, K. N.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O.; MELO, P.; PRIMO, D. C.; CARVALHO, A. L. Desempenho agrônomico do girassol submetido ao manejo de adubos orgânicos de diferentes qualidades no sertão paraibano. **ANAIS**: 19ª

Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol/7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol - Aracaju/SE, p. 41-44, 2011.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**, Temuco, 7(3): 16-25, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v7n3/art02.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2017.

McDONALD, M.; EVANS, A.; BENNETT, M. Using Scanners to improve Seed/Seedling Evaluations Internationally. In: *Reports of Department of Horticulture and Crop Science*. Ohio State University, USA, p.6-9, 2000.

PAIXÃO, C. L.; JESUS, D. S.; COSTA, D. P.; PEREIRA, P. P. A.; NETO, A. D. A. Caracterização fisiológica e bioquímica de genótipos de girassol com tolerância diferenciada ao estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, 10: 2011-2022, 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/CIENCIA_S%20BIOLOGICAS/aspectos%20fisiologicos%20e%20bioquimicos%20CORRIGIDO_ACEITO.pdf>. Acesso em 26 set. 2017.

PIVETTA, L. G.; GUIMARÃES, V. F.; FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G. Avaliação de híbridos de girassol e relação entre parâmetros produtivos e qualitativos. **Revista Ciência Agrônômica**. 43(3): 561-568, 2012. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1430/719>> Acesso em: 26 set. 2017.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT: image processing software. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2002. Versão 1.0.2.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2.ed. São Paulo, Atlas, 1999. p. 133-147.

WILLMOTT, C. J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Lancaster, 63(11): 1309-1313, 1982.

ZAREA, M. J.; GHALAVAND, A.; DANESHIAN, J. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, 25(4): 513-518, 2005. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886308/document>>. Acesso em: 26 set. 2017.