

ANÁLISE DA UNIFORMIDADE DE SEMENTES DE MILHO VIA PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

ANALYSIS OF THE UNIFORMITY OF MAIZE SEEDS SAW PICTURE PROCESSING DIGITAL

Everton Felix Teixeira¹ Durval Dourado Neto² Silvio Moure Cícero³

Thomas Newton Martin⁴

RESUMO

Operações mecânicas visando à classificação de sementes quanto ao tamanho são práticas importantes e comuns dentro de um sistema de produção de genótipos de milho de alta qualidade. Entretanto, largura e comprimento de sementes de milho são características dimensionais de mensuração trabalhosa, prática essa que em pesquisa incorre em subjetividade. Assim, técnicas de captação, processamento e análise de imagens digitais mostram que a computação gráfica corrobora a determinação de atributos para o estabelecimento de padrões atualmente valorizados na agricultura de precisão. O método digital proposto para análise dimensional dupla, da largura e do comprimento, é uma alternativa viável, reproduzível e de alta performance.

Palavras-chave: computação gráfica, imagens digitais, sementes, *Zea mays* L.

ABSTRACT

Mechanical operations aiming at to the classification of seeds how much to the size they are practical important and common inside of a system of production of genotypes of section maize quality. However, width and length of maize seeds are characteristic dimensional of laborious measure, practical this that in research incurs into subjectivity. Thus, techniques of capititation, processing and analysis of digital images show that the graphical computation corroborates the determination of attributes for the establishment of standards currently valued in the precision agriculture. The considered digital method for double

¹ Eng. Agr. Dr. Fitotecnia, Esalq/USP, bolsista da CAPES. E-mail: efteixeir@esalq.usp.br.

² Prof. Associado, Dpto Produção Vegetal, E-mail: dourado@esalq.usp.br; bolsista do CNPq.

³ Prof. Tit. Dpto Produção Vegetal, E-mail: smcicero@esalq.usp.br; bolsista do CNPq

⁴ Aluno, Pós-graduação, Fitotecnia, Dpto Produção Vegetal, ESALQ/USP, E-mail: martin@esalq.usp.br; bolsista da CAPES.

dimensional analysis, of the width and the length, is a viable, reproductive alternative and of high performance.

Key words: graphical computation, digital images, seeds, Zea mays L.

INTRODUÇÃO

Sementes com características de alto potencial de desempenho na semeadura mecanizada, como na germinação e emergência das plântulas em campo são desejadas por produtores e compradores. Tais características como tamanho uniforme e vigor estão intrinsecamente relacionadas, colaborando para o bom estabelecimento dos estandes planejados.

Em programas de controle de qualidade, durante o beneficiamento de sementes, na classificação pelo tamanho, as operações são conduzidas em séries programadas de acordo com a montagem das peneiras na máquina de ventiladores e peneiras, que contribuem para a eficiência do processo, resultando no melhoramento da qualidade das sementes.

Desejando-se apurar a classificação dos lotes pelo tamanho, prossegue-se como o uso do separador de discos alveolados ou do separador de cilindros alveolados (“Trieur”) (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Nota-se que nos procedimentos para a classificação de lotes de sementes de milho por peneiras, a largura é a expressão dimensional considerada sendo impossível à separação

imediata pelos binômios largura e comprimento. Para a classificação subsequente pelo comprimento são então requeridos separadores de cilindro alveolado.

Assim, métodos de análise para a caracterização dos parâmetros dimensionais largura e comprimento, mostram-se mais completos e abrangentes no controle da expressão do tamanho. Além disso, podem ser envolvidos no melhoramento de espécies economicamente importantes, bem como em testes para a manutenção da regulagem de maquinário e aferições, atestando-se um acréscimo à pesquisa visando o controle de qualidade da produção de sementes.

A análise de imagens consiste na obtenção de informações a respeito de objetos registrados em uma imagem digital, com base em algumas características como cor, textura, etc. Essa técnica, por se tratar de um método não destrutivo, permite que as sementes submetidas à análise sejam colocadas para germinar, permitindo o estabelecimento de relações entre os danos mecânicos ou alterações observadas internamente nas sementes e os prejuízos causados para a germinação (CÍCERO *et al.*, 1998).

Atualmente estão se utilizando métodos digitais para realizar-se a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Com base na medição do comprimento de parte de plântulas de soja, KEYS *et al.* (1984) propuseram um sistema automático para a estimativa do vigor de sementes, denominado de CASAS (“Computerized Automated Seed Analysis System”). Outro exemplo, de análise de imagens digitais, é a utilização desse recurso em sementes pequenas como as de alface, cenoura e beterraba. Dessa forma, MCCORMAC *et al.* (1990) propuseram uma alteração, via métodos digitais na mensuração do comprimento do sistema radicular para o teste “slant-board”(prancheta inclinada) com o propósito de aperfeiçoá-lo. Além disso, SAKO *et al.* (2001) desenvolveram um sistema para indexar automaticamente o vigor de sementes a partir da análise computadorizada de imagens de plântulas de alface.

Dentre as utilizações das análises de imagens MCDONAL & CHEN (1990) relatam que além da utilização em agrometeorologia a análise de imagens vem sendo adaptada para a análise de formas e dimensões de objetos contidos em uma cena. Autores como VOOREN & HEIJDEN (1993) utilizaram as análises de imagens para a determinação das dimensões de órgãos de uma planta. Na área da

tecnologia de sementes, GUNASEKARAN *et al.* (1988) avaliaram danos provocados por patógenos em sementes de soja e milho. Outra utilização foi apresentada por VIEIRA JUNIOR (1998) utilizou-se dessa técnica para definir parâmetros e procedimentos necessários, relativos à viabilização do emprego de um protocolo, para a determinação do comprimento e da largura de sementes de milho.

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver em plataforma gráfica Scil-Image uma solução computacional orientada ao processamento do tamanho, com análise da largura e do comprimento de sementes de milho digitalizadas via leitura ótica em “scanner”, partindo-se de imagens de sementes de um mesmo cultivar. Sendo essas, previamente classificada por peneiração, propondo-se um método para a captação e análise de imagens digitais, que foi aferido através de comparação entre a dimensão largura processada em computador e a garantida pelas especificações de crivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nas dependências do Laboratório de Análise de Imagens e no Laboratório de Análises de Sementes, pertencentes ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

Universidade de São Paulo (Piracicaba, SP), nos anos de 2003/2004.

Utilizaram-se cinco sub-amostras de 50 sementes de milho do cultivar AG 122, previamente classificadas, retidas em peneiras com mesma dimensão de crivo (diâmetro de 20/64’’), sendo três oriundas de peneira de especificação C2M e duas outras oriundas de peneira de especificação C2, totalizadas 250 sementes sob análise.

Para a captação das imagens foi utilizado um “scanner” profissional de superfície (DAY, 1997), marca UMAX, modelo PowerLook 1100, acoplado a uma estação gráfica com microprocessador P4 (Pentium 4), com 1 Ghz, 256 Mb de RAM em plataforma Windows 2000, onde foram feitas as tomadas de cenas.

A rotina de processamento orientado às imagens digitais captadas foi desenvolvida na plataforma gráfica Scil-image, um programa desenvolvido para a geração de soluções em computação gráfica.

As sementes foram inicialmente alinhadas distantes aproximadamente 0,2 centímetros entre si, com a face dorsal sobre a superfície do “scanner”, sendo que o seu maior eixo, relativo ao comprimento ficou perpendicular ao maior lado da superfície do “scanner”. Tomou-se o cuidado para que não houvesse sementes encostadas umas nas outras, bem como para

que não houvesse o fechamento da tampa do “scanner” durante a digitalização.

Esse conjunto de procedimentos iniciais foi imprescindível ao desempenho da análise devido a propriedades fundamentais da imagem, como disposição orientada no eixo cartesiano, alto contraste entre objetos e fundo e não interferência entre os limites dos objetos, necessárias para a performance na computação gráfica (TEIXEIRA *et al.*, 2003).

O tipo de digitalização utilizado nesse trabalho foi o movimento congelado da cena ou “freezing motion”, produzido em “scanners” via CCDs (“Charge Coupled Devices”; dispositivos de acoplamento de cargas) que fazem parte da estrutura dos “scanners” transformando os comprimentos de onda da luz que fora emitida e refletida das sementes para espelhos, localizados no interior do aparelho, e desses para os CCDs, arranjados linearmente, em sinais elétricos diretamente proporcionais à intensidade luminosa captada (GONZALEZ & WOODS, 1992).

Tão logo a luz emitida pelas sementes tenha sido convertida em sinais elétricos, entram em cena os conversores A/D (“Analog to Digital Converts”) que transformam cada sinal em um elemento de imagem (“pixel”) da linha em conversão para um bit, ou seja, um dígito binário, que em informática admite apenas duas

situações, verdadeiro (1) ou falso (0), representantes da cor para imagens em preto (1) e branco (0) (IHRIG & IHRIG, 1997).

As imagens obtidas apresentavam as especificações: cor em 256 tons de cinza, com mapeamento de 8 bits por elemento de imagem (“pixel”) para a expressão das variações de 256 tons de cinza compreendidos entre o branco (0) e o preto (1) e 1000 dpi X 1000 dpi de resolução espacial, sendo que o termo dpi denota o número de elementos de imagem (“pixels”) adensados em uma polegada linear analisada (CRUVINEL *et al.* 1996).

A plataforma Scil-image dispõe um grande número de ferramentas de processamento e análise de imagens, utilizadas através da elaboração de programações que, para serem aplicáveis, dependerão da necessidade do usuário sobre o seu objeto de estudo e da prática em isolar um enfoque numa cena.

Para o processamento e análise das imagens digitais obtidas das amostras captadas via “scanner”, segue em linguagem “macro” (Tabela 1) a programação desenvolvida como solução computacional orientada ao processamento da largura e do comprimento de sementes de milho digitalizadas.

Uma vez acessadas as imagens digitais na plataforma Scil-image, utilizou-

se a programação discriminada na Tabela 1 que, ao funcional com cada uma das 5 imagens obtidas, analisou e gravou em relatório as dimensões comprimento e largura requeridas no processamento.

A programação elegeu os maiores segmentos longitudinais (L.) e transversais (C) na imagem digital, para cada objeto (semente) de cada repetição, como respectivos eixos representativos da largura e do comprimento, quantificando-os em “pixels”, logo convertidos em termos de média aritmética em centímetros, tanto para largura, quanto para comprimento, de acordo com as equações:

$$Ln = r \cdot \frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{n} \cdot \sum_{i=1}^n li \quad (1)$$

Onde **Ln** é a média aritmética em centímetros das n larguras (l) dos objetos (sementes) obtidas em “pixels” sob resolução (r) dada em dpi.

$$Cn = r \cdot \frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{n} \cdot \sum_{i=1}^n Ci \quad (2)$$

Onde **Cn** é a média aritmética em centímetros dos n comprimentos (c) dos objetos (sementes) obtidos em “pixels” sob resolução (r) dada em dpi.

As médias de largura e comprimento em centímetros, obtidas para cada uma das cinco repetições de 50 sementes de milho processadas foram, em seguida, analisadas estatisticamente em delineamento

inteiramente casualizado com o argumento sobre cinco classes de dados (1C2M; 2C2M; 3C2M; 4C2; 5C2) para cada uma das duas variáveis largura e comprimento, distintamente, obtendo-se os resultados após o teste de comparação de médias (teste de Tukey) e a análise da variância (teste F) com 0,05 de significância, de um total de 250 observações.

RESULTADOS E DISCUSSAO

Na tabela 2 é apresentada o resultado da análise estatística das médias das cinco classes de dados obtidas com o processamento das cinco imagens digitais relativas a cada sub-amostra. MCDONALD & CHEN (1990) relataram que, além de sua utilização em agrometeorologia, a análise de imagens vem sendo adaptada para a análise de formas e dimensões de objetos contidos em uma cena.

Considerando-se o protocolo para a obtenção das imagens, temos que sua execução, embora simples, é de extrema importância para o sucesso do processamento. É sugerida, primeiramente, a criação de um banco de imagens a serem processadas e analisadas, fator que auxilia na organização da pesquisa, com imagens pré-selecionadas por meio de análise visual na tela do computador.

Deste modo, acessam-se as imagens na plataforma gráfica Scil-Image para a

utilização da rotina proposta para a obtenção dos dados numéricos. Não foram encontradas diferenças dimensionais significativamente consideráveis entre as sub-amostras do genótipo AG 122, provenientes das peneiras com especificações distintas (C2 e C2M), confirmando-se a separação pela mesma largura.

A dimensão do crivo da peneira de retenção ($\varnothing 20/64''$ ou $\varnothing 0,790$ cm) denota que durante classificação todas as sub-amostras já apresentavam largura homogeneizada em peneira de crivo superior aos $\varnothing 20,64''$ ou $\varnothing 0,790$ cm ficando, assim, retidas. A aferição do método digital através da comparação da largura média das 250 sementes (0,845 cm) com dimensões de crivos mais usuais sugerem que as sementes foram homogeneizadas em peneiras de crivo $\varnothing 22/64''$ ou $\varnothing 0,870$ cm.

A uniformidade de forma e tamanho das sementes de milho é altamente desejada, pois dessa forma são facilitados os tratamentos químicos de sementes e a operação de semeadura. Além disso, a uniformidade da lavoura é maior quando as sementes são mais uniformes. Porém na própria espiga existem variações das sementes de milho quanto à forma e o tamanho, que geralmente são classificadas quanto a sua forma em esféricas ou

achatadas. Alguns autores verificam uma maior germinação e vigor em sementes achatadas comparativamente com as sementes esféricas (SCOTTI & KRZYZANOWSKI, 1977; SHIEH & MCDONALD, 1982). Porém, outros estudos como o de ANDRADE *et al.* (1997) obtiveram resultados de que tanto o tamanho quanto a forma não interferem no desenvolvimento das plantas e na produção de grãos.

Relativas ao comprimento, foram encontradas diferenças dimensionais significativamente consideráveis entre as sub-amostras do genótipo AG 122. Estas diferenças de comprimento não estão relacionadas à especificação da peneira sendo demonstradas nesta pesquisa em função da amplitude de análise do método proposto, caracterizando-se um parâmetro dimensional adicional para a tomada de decisões tanto no melhoramento de cultivares quanto em tecnologia de produção e controle da qualidade de sementes.

O tamanho e a posição da formação das sementes possuem correlação direta com a distribuição dos fotoassimilados. Sendo aquelas formadas na porção central são as primeiras a receberem, seguidas pelas localizadas na base e, por último, as do ápice (SHIEH & MCDONALD, 1982). Essa distribuição de fotossintetizados é

determinada pela seqüência em que os óvulos são fertilizados (ALDRICH *et al.*, 1975).

Para a cultura do feijoeiro existe a possibilidade diferenciada de resposta de cultivares de feijoeiro a utilização de sementes com diversos tamanhos (FIGUEIREDO & VIEIRA, 1970). Além disso, para a cultura do milho a tamanho da semente é um importante fator envolvido na qualidade das sementes (VON PINHO, 1995; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; SILVA, 2000). Sementes maiores originam plântulas com maior comprimento e peso de matéria seca (SILVA, 2000). Através da possibilidade de obtenção de sementes com maior grau de uniformidade é possível melhorar a qualidade fisiológica e em trabalhos de melhoramento da cultura. No entanto, alguns autores referem-se que o tamanho das sementes possuem uma maior influência no estabelecimento da cultura, sendo que esse diminui progressivamente com o desenvolvimento vegetativo das plantas (BARNES, 1959).

MCDONALD *et al.* (2000), utilizando “scanners” em avaliações de sementes e plântulas, constataram que a captação de imagens tem o potencial de melhorar a padronização de testes em sementes. O processamento em seqüência a captação incrementa métodos de análises,

pois realiza a padronização de rotinas informatizando-as.

A solução computacional criada na plataforma gráfica Scil-Image (e-mail: scil@tpd.tno.nl) orientada ao processamento do tamanho, proposta como método de análise da largura e do comprimento de sementes de milho digitalizadas via “scanner” obteve um desempenho geral superior às expectativas.

Com esse método, analisou-se a dimensão das sementes rapidamente, com tempos de processamento das imagens em torno de 3 segundos, partindo-se de imagens de 50 sementes.

CONCLUSÕES

Através de comparações das larguras processadas via computação gráfica e analisadas estatisticamente com as especificações dimensionais dos crivos, conclui-se que o método digital viabiliza análises dimensionais apuradas em alta performance com possibilidades de ajustes para sementes de outras espécies.

REFERÊNCIAS

ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. How corn plants grow. In: ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. (Ed.). *Modern corn production*. Champaign: A and L Publ., 1975. p.1-18.

ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C.S. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.1, p.62-65, 1997.

BARNES, R.F. Seed size has influence on sweet corn maturity. *Crop and Soils*. v.12, p.21-22. 1959.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4^aed. Jaboticabal: Funep. 2000.

CÍCERO, S.M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays L.*) by X-ray and digital imaging. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.26, n.3, p.603-612, 1998.

CRUVINEL, P.E.; CRESTANA, S.; JORGE, L.A.C. Métodos de aplicações do Processamento de Imagens Digitais: In: CRESTANA, S.; CRUVINEL, P.E.; MASCARENHAS, S.; BISCEGLI, C.I.; MARTIN-NETO, L; COLNAGO, L.A. (Ed.) *Instrumentação Agropecuária: Contribuições no limiar do novo século*. Brasília: EMBRAPA, SPI, p.91-151, 1996.

- DAY, J.B. **Color scanning handbook.** Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1997. 267p.
- FIGUEIREDO, M. S.; VIEIRA, C. Efeito do tamanho das sementes sobre o "stand", produção e altura das plantas, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.17, n.91, p.47-60, 1970.
- GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Digital Image Processing.** New York. Addison-Wesley Publishing Company, 1992. 705p.
- GUNASEKARAN, S. COOPER, T.M.; BERLAGE, A.G. Evaluating quality factors of corn and soybeans using a computer vision system. **Transactions of the ASAE**, v.31, n.31, n.4, p.1264-1271, 1988.
- IHRIG, S; IHRIG, E. **Scanning: the professional way.** Berkeley: Osborne McGraw-Hill, 1997. 148p.
- KEYS, R.D.; MARGAPURAM, R.G.; REUSCHE, G.A. Automated seedling length measurement for germination/vigor estimation using a CASAS (Computerized Automated Seed Analysis System). **Journal of Seed Technology**, v.9, n.1, p.40-53, 1984.
- McCORMAC, A.C.; KEEF, P.D.; DRAPER, S.R. Automated vigour testing of field vegetables using image analysis. **Seed Science Technology**, n.18, p.103-112, 1990.
- 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, July 2000.
- McDONALD, T.; CHEN, Y.R. Application of morphological image processing in agriculture: **Transactions of the ASAE**, v.33, n.4, p.1345-1352, 1990.
- SAKO, Y.; McDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENNETT, M.A. A system for automated sees vigour assessment. **Seed Science & Technology**, v.29, p.625-636, 2001.
- SCOTTI, C.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Influência do tamanho da semente sobre a germinação e vigor em milho. **Boletim Técnico Agronômico do Paraná**, Londrina, n.5, p.1-10, 1977.
- SHIEH, W.J.; McDONALD, M.B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science**

and Technology, Zürich, v.10, n.2, p.307-313, 1982.

SILVA, S.C. Relação entre o tamanho das sementes de milho (*Zea mays L.*) com a germinação, o vigor e os componentes da produção de grãos. (Tese de Mestrado). Jaboticabal. Universidade do Estado de São Paulo. 2000.

TEIXEIRA, E.F.; CÍCERO, S.M.; DOURADO NETO, D. Noções básicas sobre imagens digitais: captura, processamento e reconhecimento voltados para a pesquisa em tecnologia de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, PR, v.13, n.1, p.59-65, 2003.

VIEIRA JUNIOR, P.A. Emprego da técnica de análise de imagens na

determinação do comprimento e da largura de sementes de milho. Piracicaba, 1998. 153p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

VON PINHO, E.V.R. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays L.*) **Revista Brasileira de sementes**. v.17, p.23-28. 1995.

VOOREN, J.G.; HEIJDEN, G.W.A.M. Measuring the size of french beans with image analysis. **Plant Varieties and Seeds**, v.6, n.47, p.47-53, 1993.

Tabela 1. Rotina computacional EFT_HeW_measuremacro V1.0 referente à mensuração da largura e do comprimento de sementes de milho através da análise de imagem, utilizando-se a plataforma gráfica Scil-Image. ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 2003/2004.

Linha	Comando
10	bin_disp_colors WHITE BLACK;
20	Copy_im A d;
30	Bi_threshold AB 16255;
40	Label B A 4;
50	Small_objet_removal A B 50;
60	Convert B A BINARY_2D;
70	Measure A D O NO HGHT WDTH TRANSMIC YES “c:/input.c”

Tabela 2. Variáveis analisadas na análise dimensional largura (cm), classe e comprimento (cm) de sementes de milho. ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 2003/2004.

Classe	Largura (Cn)	Classe	Comprimento (Ln)
1C2M	0,843 a*	4C2	1,190 a
2C2M	0,834 a	3C2M	1,188 a
3C2M	0,847 a	1C2M	1,153 a b
4C2	0,851 a	2C2M	1,126 b
5C2	0,847 a	5C2	1,121 b
DMS	0,022	DMS	0,046

* Média não seguidas pelas mesmas letras diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.