

Determinación de las dimensiones de granos de maíz por técnicas de procesamiento digital de imágenes con ImageJ®

Cleva, Mario Sergio^a; Liska, Diego Orlando^a

a U.T.N. – F.R.Re. Centro de Investigación en Tecnologías Aplicadas de la Información y la Comunicación (CInApTIC)
clevamario@hotmail.com

Resumen

La determinación de las características morfológicas de granos se emplea para la clasificación y la determinación de la calidad de los mismos. Las técnicas de procesamiento de imágenes han probado ser una herramienta objetiva y eficaz en diferentes procesos de medición y clasificación. En este trabajo se presenta un análisis comparativo entre un método manual y otro con procesamiento de imágenes orientados a la medición del largo y ancho de granos de maíz enteros. El método manual consiste en medir ambas dimensiones en 50 granos con un calibre digital de 0.01 mm de precisión. En el que emplea imágenes se usan dos algoritmos: uno usando la elipse que mejor ajusta (M1) y en el otro usando la distancia mínima y máxima de Feret (M2). Para la aplicación de estos dos métodos con un escáner de escritorio se registró una imagen digital color de 200 dpi de los granos y fueron procesadas con el programa ImageJ®. Los valores obtenidos se promediaron y se calcularon sus desviaciones estándar obteniéndose para el largo y el ancho (12.03±0.99) mm y (7.78±0.52) mm con el empleo del calibre, (12.36±0.95) mm y (7.85±0.57) mm por el M1 y (12.73±0.93) mm y (7.97±0.53) mm por el M2 respectivamente. Las medidas obtenidas son del mismo orden al igual que la desviación estándar y las que emplean imágenes se pueden mejorar cambiando la resolución. Adicionalmente las últimas son operacionalmente sencillas, no requieren de un entrenamiento previo ni de un equipamiento especial y son realizadas en menos tiempo.

Abstract

The determination of the morphological characteristics of grains is used for the classification and determination of their quality. Image processing techniques have proven to be an objective and effective tool in different measurement and classification processes. This work presents a comparative analysis between a manual method and another with image processing oriented to the measurement of the length and width of whole corn kernels. The manual method consists of measuring both dimensions in 50 grains with a digital caliper of 0.01 mm precision. In the one that uses images, two algorithms are used: one using the best fits ellipse (M1) and the other using Feret's minimum and maximum distance (M2). For the application of these two methods with a desktop scanner, a 200 dpi color digital image was recorded. of the grains and were processed with the ImageJ® program. The obtained values were averaged and their standard deviations were calculated, obtaining for the length and width (12.03±0.99) mm and (7.78±0.52) mm with the use of the caliper, (12.36 ± 0.95) mm and (7.85±0.57) mm for the M1 and (12.73±0.93) mm and (7.97±0.53) mm for the M2 respectively. The measurements obtained are of the same order as the standard deviation and those that

use images can be improved by changing the resolution. Additionally, the latter are operationally simple, do not require prior training or special equipment and are carried out in less time.

Palabras clave: Feret, elipse, escáner, calibre.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el empleo del Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) ha sido empleado en diferentes áreas con distintos fines. Esto se vio favorecido, en parte, por la fácil disponibilidad y abaratamiento de los recursos de carácter tecnológico. Uno de los empleos que tiene es la determinación de las dimensiones de objetos que aparecen en una imagen. En el caso de los granos y semillas, la determinación manual de sus dimensiones con el empleo de un calibre, suele ser un proceso complicado y tedioso por el tamaño pequeño y su compleja manipulación. Es necesario buscar técnicas alternativas metodológicamente más sencillas, más objetivas y con similar precisión

Los algoritmos de PDI aplicados al estudio de semillas y granos, permiten obtener información del tamaño y parámetros de forma a partir de la imagen de los mismos. Las determinaciones de estos valores son importantes no solo en la determinación de la calidad, sino también para el diseño de equipamiento para procesamiento, transporte, ordenamiento, separación y almacenamiento.

Van Dalen [1] determinó la distribución de las longitudes de los granos de arroz de una muestra a partir de la aplicación de algoritmos de PDI a la imagen digital de estos. Razavi y col. [2] obtuvieron los valores de longitud, ancho, área proyectada y descriptores de forma, a partir de la imagen digital de un conjunto de semillas de pistacho. Dell'Aquila [3] propone una visión general de la integración experimental entre la prueba de germinación estándar y un sistema de análisis de imagen asistido por computadora para semillas de brócoli, rábano, lentejas, lechuga y zanahoria. Varma y col. [4] revisan conceptos básicos en el análisis de imágenes asistido por computadora, orientado a la morfología de semillas en términos de calidad y germinación y diversos aspectos de análisis de

imágenes de semillas como la adquisición de imágenes y reconocimiento de patrones. Cleva y col. [5] presentan un método para la determinación del volumen en granos de arroz por PDI.

Se presenta en este trabajo una metodología alternativa para la determinación de las dimensiones de granos de maíz por PDI empleando dos algoritmos diferentes caracterizada por su sencillez y fácil implementación. Su uso requiere de una PC, un escáner de escritorio y el programa ImageJ® [6]. Entre los diferentes algoritmos que presenta este programa hay dos que son la determinación de la elipse que mejor ajusta y la determinación de la distancia de Feret que permiten estimar la longitud y ancho de objetos de una imagen binarizada.

El diámetro de Feret representa la distancia entre dos líneas paralelas que son tangenciales al contorno de la proyección de la partícula. Existen tantos diámetros como direcciones se puedan tomar de las rectas paralelas, así obteniendo el diámetro mayor de todas estas, se obtiene el largo del objeto. A partir del largo del objeto se busca el mayor diámetro e Feret que es perpendicular a este, obteniéndose así el ancho del objeto.

El algoritmo para el análisis de tamaño y forma conocido como la elipse que mejor ajusta, consiste en obtener una elipse cuyos momentos de segundo orden principales son iguales al objeto de interés. Calculando los momentos de segundo orden principales de la imagen en cuestión se puede calcular el largo y ancho de la elipse que mejor ajusta, los que constituyen una aproximación del largo y ancho del objeto

Se presenta en este trabajo una comparación entre un método manual empleando un calibre y otros dos por PDI empleando los algoritmos mencionados en el párrafo anterior para la

determinación de las dimensiones de granos de maíz.

DESARROLLO

Para la determinación experimental de las dimensiones de los granos de maíz se tomaron 50 granos enteros conseguidos en una forrajera local. Se realizaron tres tipos de determinaciones, una manual, con el empleo de un calibre digital, y otra dos a partir del empleo de algoritmos de PDI con ImageJ® de la muestra obtenida con un escáner de escritorio.

Medición manual.

Para la medición manual se empleó un calibre digital marca Essex® con una precisión de 0,01 mm. Se tomaron cada uno de los 50 granos y se midió el largo, el ancho y el espesor de cada grano como se observa en la Figura 1.



Figura 1: Determinación manual del largo (a), ancho (b) y espesor (c).

Medición por PDI.

Las determinaciones por PDI, se realizaron a partir de las imágenes obtenidas de la muestra con un escáner de escritorio Epson® modelo Perfection V600 Photo. La resolución de las imágenes adquiridas fueron de 200 puntos por pulgadas (o dpi, por sus siglas en inglés) y los archivos fueron guardados en formato BMP. Se emplea esta extensión para evitar pérdida de información que se suele dar al usar determinados algoritmos de compresión en algunos formatos gráficos. Se utilizó para las imágenes un fondo de color azul real que permite separar fácilmente el fondo del objeto cuyas dimensiones se requiere obtener (Figura 2).



Figura 2: Imagen de los 50 granos.

Con ImageJ® se separa la imagen en los tres canales RGB que la componen. La Figura 3 muestra una porción de la imagen original y los tres canales correspondientes.

A continuación, se realiza la binarización. Este es un proceso que se realiza por cada canal y consiste en buscar un valor límite de la intensidad de un pixel cualquiera de la imagen que permita distinguir si pertenece al objeto o si pertenece fondo. La Figura 4 muestra cada canal binarizado y en la parte inferior su correspondiente histograma sobre el que se hizo la binarización.

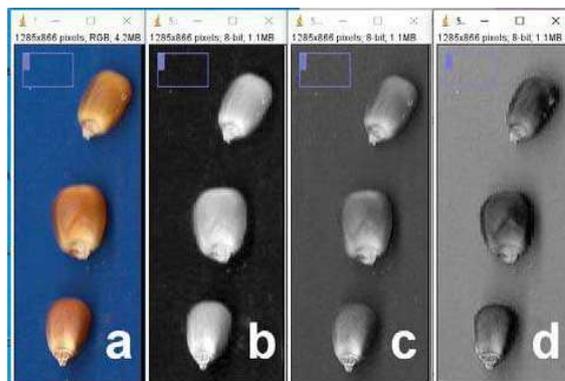


Figura 3: (a) Original (b) Canal rojo (c) Canal verde (d) Cana Azul.

Por ejemplo, en el canal rojo, se elige como umbral el valor 67. Si la intensidad del pixel está por encima de este valor, se le asigna el valor 0 (objeto) y si está por debajo, el valor 1 (fondo).

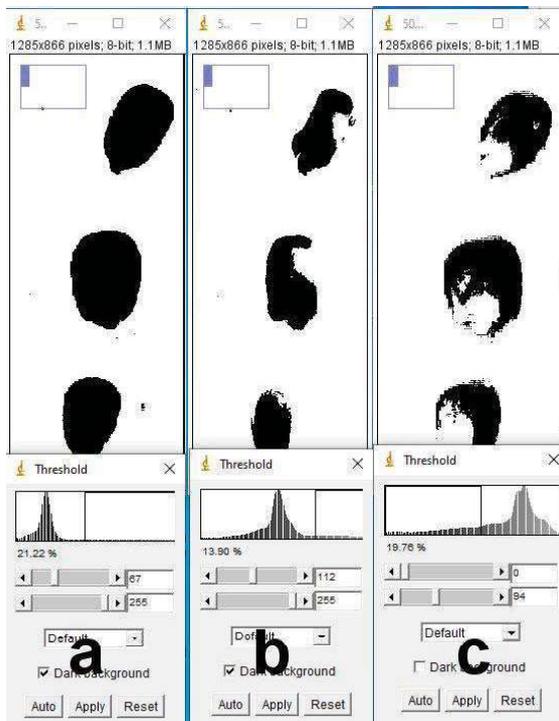


Figura 4: binarización en los canales rojo (a), verde (b) y azul (c).

Como se puede apreciar claramente en la Figura 4, el canal rojo, es el que mejor segmenta lo que es fondo, de lo que es el objeto cuyas dimensiones se deben determinar.

A fin de realizar las medidas necesarias para comparar con aquellas obtenidas con el calibre digital, es necesario convertir las unidades gráficas (píxeles) a un sistema de unidades conocido. ImageJ® permite configurar el factor de escala. Cuando se trabaja con un escáner este factor de escala se determina fácilmente a partir de la resolución de escaneo de las imágenes. Así, por ejemplo 200 dpi es equivalente a 7.87 píxeles por milímetro. En ImageJ® este factor se ingresa desde la opción *Set Scale* (configurar escala) Figura 5.

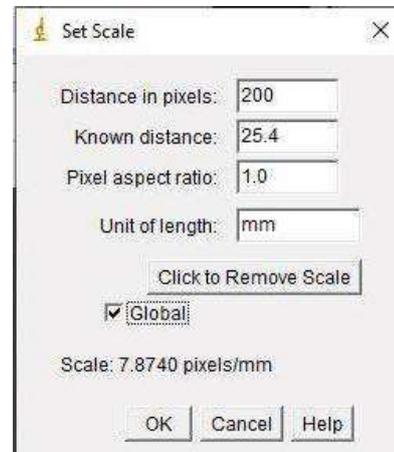


Figura 5: Configuración de escala

Habiendo configurado la escala, el paso siguiente es realizar las determinaciones de los ejes de la elipse que mejor ajusta y de las distancias de Feret máxima y mínima para contrastarlos con los valores obtenidos por método manual. Las medidas que se van a realizar se configuran desde la opción *Set Measurement* (configurar medida) Figura 6.

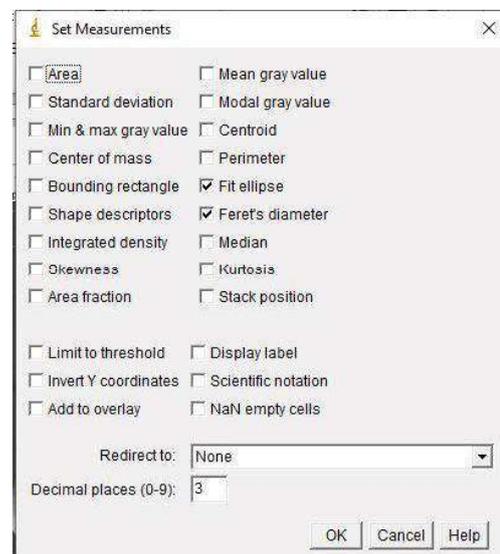


Figura 6: Configuración de los parámetros a medir en una imagen.

En la imagen escaneada y en su posterior binarización, es altamente probable que aparezca algún objeto de dimensiones pequeñas. Para ello, al momento de realizar la determinación de las longitudes, es importante filtrar estos objetos empleando diferentes criterios. En este caso se los puede filtrar a partir de sus dimensiones (Figura 7)

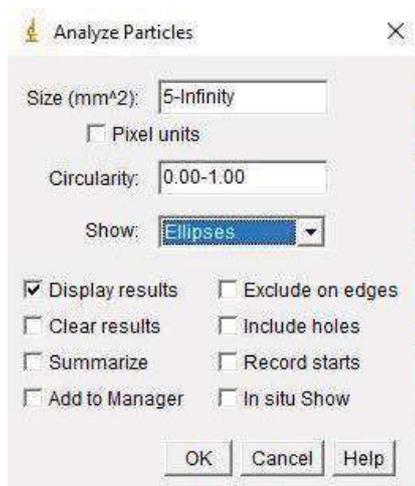


Figura 7: Filtrado de objetos no deseados a partir de su tamaño

En el mismo menú de la Figura 7 se puede seleccionar en qué forma se quiere visualizar el resultado de la determinación. Por ejemplo, no solo se quieren determinar los valores (en forma de tabla, Figura 8) de los ejes de la elipse que mejor ajusta, sino también los contornos de las elipses que resultan del proceso (Figura 9).

Results								
	Major	Minor	Angle	Feret	FeretX	FeretY	FeretAngle	MinFeret
1	13.690	7.602	75.845	13.927	58.674	20.447	80.022	7.863
2	11.913	7.330	82.609	12.214	16.764	19.050	62.103	7.387
3	11.281	8.651	74.525	11.567	32.004	20.447	81.158	8.778
4	11.687	8.021	81.047	12.110	44.831	20.955	80.340	8.128
5	13.077	8.480	77.281	13.450	92.964	22.733	79.114	8.534
6	10.273	7.992	87.309	10.760	75.184	21.463	78.425	8.255
7	13.183	7.254	82.531	13.700	106.680	26.035	79.315	7.403
8	12.338	7.991	77.391	12.654	118.618	25.019	79.592	8.195
9	13.529	7.423	82.150	13.885	134.239	27.051	81.055	7.585

Figura 8: Tabla con los valores de las medidas

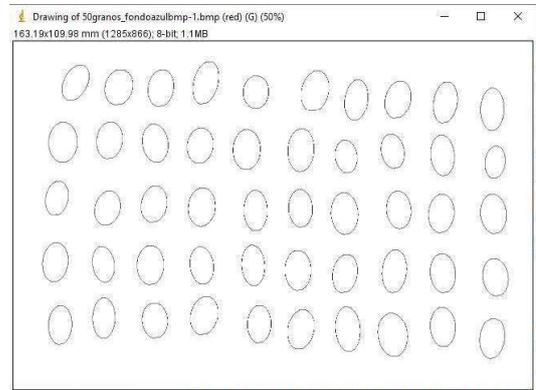


Figura 9: Elipse que mejor ajusta a los granos de la muestra.

A fin de poder visualizar como la elipse que mejor ajusta, es una buena aproximación al largo y ancho del grano, la Figura 10 presenta una porción de la imagen superpuesta de algunos granos con sus respectivas elipses.



Figura 10: Superposición de la elipse que mejor ajusta y el grano

RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la determinación del largo y el ancho promediados para los 50 granos junto a sus desviaciones estándar se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Dimensiones obtenidas por los tres métodos

Método	Largo (mm)	DE (mm)	Ancho (mm)	DE (mm)
Manual (calibre)	12.03	0.99	7.78	0.52
PDI (Elipse)	12.36	0.95	7.85	0.57
PDI (Ferét)	12.73	0.93	7.97	0.53

Si tomamos como “valor verdadero” aquel medido con el calibre, tanto para el largo como para el ancho, podemos decir que el error porcentual cometido empleando el método de la elipse que mejor ajusta es del 3% y 1% respectivamente, mientras que empleando la distancia de Feret es 6% y 2% respectivamente. El método de la elipse que mejor ajusta también permite visualizar el grado de proximidad a aquello que se quiere medir.

CONCLUSIONES

De la Tabla 1 podemos observar que los tres métodos arrojan resultados similares tanto en sus valores promediados como en las desviaciones estándar.

Los métodos propuestos por PDI, tanto el de la elipse que mejor ajusta, como el de los diámetros de Feret, resultan adecuados para su implementación rutinaria como método de determinación de las dimensiones de los granos de maíz.

Tienen las ventajas de ser fácilmente reproducible, seguro, rápido, no destructivo, robusto, independiente del operador, de bajo costo, de sencilla implementación y no necesita de grandes requerimientos. El software ImageJ® es gratuito y de fácil manejo. Este programa también tiene la ventaja de que, para procesos de varios pasos, se puede programar en una macro toda la secuencia de operaciones (adquisición de la imagen, separación de canales, binarización, etc). Tampoco requiere de procesos complejos de calibración sobre todo si se trabaja con un escáner de escritorio con una resolución fija.

Queda en este trabajo validar si el método también es eficiente con granos defectuosos y partidos, aspecto que se encuentra en ejecución.

REFERENCIAS

[1] Van Dalen, G. (2004). Determination of the size distribution and percentage of broken

kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. *Food Research International*, 37(1), 51–58.

- [2] Razavi, S. M. A.; Mazaherinasab, M.; Nikfar, F.; Sanaeifard H. (2008). Physical Properties and Image Analysis of Wild Pistachio Nut (Raneh). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 3(2), 61–71.
- [3] Dell'Aquila, A. (2004). Application of a Computer–Aided Image Analysis System to Evaluate Seed Germination under Different Environmental Conditions. *Ital. J. Agron.*, 8(1), 51–62.
- [4] Varma, V.S.; Durga, K.K.; Kheshavulu, K. (2013). Seed Image Analysis: Its Applications in Seed Science Research. *International Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(2), 30–36.
- [5] Cleva, M.S.; Sampallo, G.M.; González Thomas, A. O.; Acosta, C.A. (2013). Método para la determinación del volumen de una muestra de granos de arroz mediante el procesamiento digital de imágenes. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 39(2), 185–190.
- [6] ImageJ. (2021). Recuperado de <https://imagej.nih.gov/ij/>