

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE GRANOS DE ARROZ CON SOFTWARE DE LIBRE DISTRIBUCIÓN Y UN ESCÁNER DE ESCRITORIO

M.S. Cleva^{1*}; M.L. Fontana; L.G. Herber; R.D. Kruger; M.I. Pachecoy; D.O. Liska¹

Palabras clave: calidad; morfología; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es un cultivo de particular interés en el litoral argentino. La producción nacional se concentra en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Formosa y Chaco (Dirección Nacional de Agricultura, 2022). Tanto a nivel mundial como regional, mucha de la investigación realizada sobre el cultivo apunta al incremento de los rindes, en modelos de producción sostenible. Esto implica la necesidad de conocer la naturaleza del rendimiento para poder manejar los diferentes factores inherentes al cultivo y al ambiente (componentes bióticos y abióticos) con miras a optimizar la producción (CIAT, 1986). Posterior al descascarado y pulido de los granos, la determinación de sus dimensiones resulta de interés para clasificar al cultivar en arroz tipo "largo ancho", "largo fino", "mediano" o "corto" (Resolución SAGyP N° 1075, 1994); así mismo, sabiendo la longitud media del grano entero de un material, es posible determinar la longitud de los granos quebrados (75% largo entero) y su proporción en la muestra, a fin de establecer su calidad industrial. Con fines experimentales, esta tarea la realiza un experto midiendo cada grano de la muestra con un calibre. Resulta tedioso, requiere cierta habilidad manual y consume tiempo en función de la cantidad de granos a medir.

La aplicación del Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) a la industria y producción agrícola se ha incrementado en los últimos años favorecida por dos factores que están mutuamente relacionados: a) el desarrollo de los algoritmos utilizados y su disponibilidad en diferentes aplicaciones específicas (algunas gratuitas) y b) el desarrollo y abaratamiento del hardware empleado tanto para la obtención de las imágenes, como para su posterior procesamiento.

Los algoritmos de PDI aplicados al estudio de semillas y granos permiten obtener información del tamaño y parámetros de forma a partir de su imagen, como así también sobre el color y la textura, las cuales se relacionan con diversos daños en los mismos. Las determinaciones de estos valores son importantes tanto para definir la calidad del producto, como para el diseño de equipamiento para procesamiento, transporte, ordenamiento, separación y almacenamiento.

Para el caso del arroz, Sakai y col. (1996) analizaron por PDI los efectos de la variedad y el método de pulido en la forma y tamaño de grano. Lloyd y col. (2001) compararon la deter-

¹ UTN - FRRe. Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías de la Información y Comunicación (CInApTIC).

*Email: clevamario@hotmail.com

minación del porcentaje de granos de arroz enteros para dos variedades con dos equipos comerciales de PDI, introduciendo el concepto de “peso por pixel” a fin de determinar la fracción en masa de granos partidos y enteros.

Van Dalen (2004) determina 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 los mismos. Sansomboonsuk y Afzulpurkar (2006) proponen un algoritmo para evaluar imágenes de granos de arroz que están en contacto entre sí para obtener información relacionada con su morfología. Los datos obtenidos se emplearon para clasificar los granos usando lógica difusa y los resultados se compararon con la clasificación hecha visualmente por peritos llegando a un 90% de coincidencia.

En este trabajo se propone validar una metodología fiable y factible con equipos de baja complejidad (escáner y un software de libre distribución) principalmente para determinar dimensiones de granos de arroz posterior a la etapa de pelado y pulido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron dos muestras: una de 30 granos de arroz enteros y otra de 30 granos partidos (Figura 1) extraídos de un paquete comercial de arroz largo fino parbolizado. Esta cantidad arbitraria fue suficientemente representativa para la comparación entre dos métodos.



Figura 1. Granos enteros (fila superior) y partidos (fila inferior).

A fin de contrastar los resultados obtenidos por PDI con los obtenidos por el método manual, para cada grano de la muestra se determinó el ancho y el largo con un calibre digital (Essex, precisión 0,01 mm). Estos valores fueron promediados y calculadas sus desviaciones estándar. La imagen de esta muestra se obtuvo con el escáner de una impresora multifunción Hewlett Packard Deskjet F4280. En la parte interna de la tapa del escáner se colocó un lámina de goma EVA color azul real de tamaño A4. Se seleccionó este color porque uno de sus canales RGB resulta adecuado para contrastar el fondo de la imagen del grano.

El procesamiento de las imágenes obtenidas se realizó con el software gratuito ImageJ®. Este es un programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java desarrollado en el National Institutes of Health. Fue diseñado con una arquitectura

abierta que proporciona extensibilidad vía plugins Java y macros grabables, que posibilitan la realización de secuencias de cálculo reiterativas.

También desde el mismo programa se puede hacer la captura de la imagen desde el escáner con el empleo de un plugin.

La secuencia de operaciones para realizar la medición de las dimensiones de los granos de arroz se presentan en la figura 2.

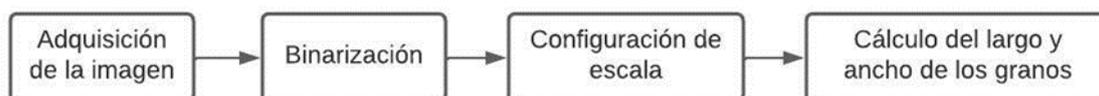


Figura 2. Secuencia de operaciones para la determinación de dimensiones de los granos.

Se detallan a continuación cada una de estas etapas.

Adquisición de la imagen

Los granos de la muestra se distribuyeron sobre la bandeja del escáner evitando el contacto entre ellos. Esto se realiza para no emplear algoritmos de separación que dilatarían el tiempo de cálculo. Las imágenes se adquirieron con una resolución de 300 dpi., resolución adecuada para una aceptable precisión y velocidad en el tiempo de procesamiento. La imagen se almacenó en formato BMP a fin de evitar la pérdida de información propia de los algoritmos de compresión que emplean algunos formatos.

Binarización

La imagen de la muestra de granos partidos y enteros se separa en los canales RGB (red = rojo, green = verde y blue = azul) que la componen (Figura 3 a, b y c).

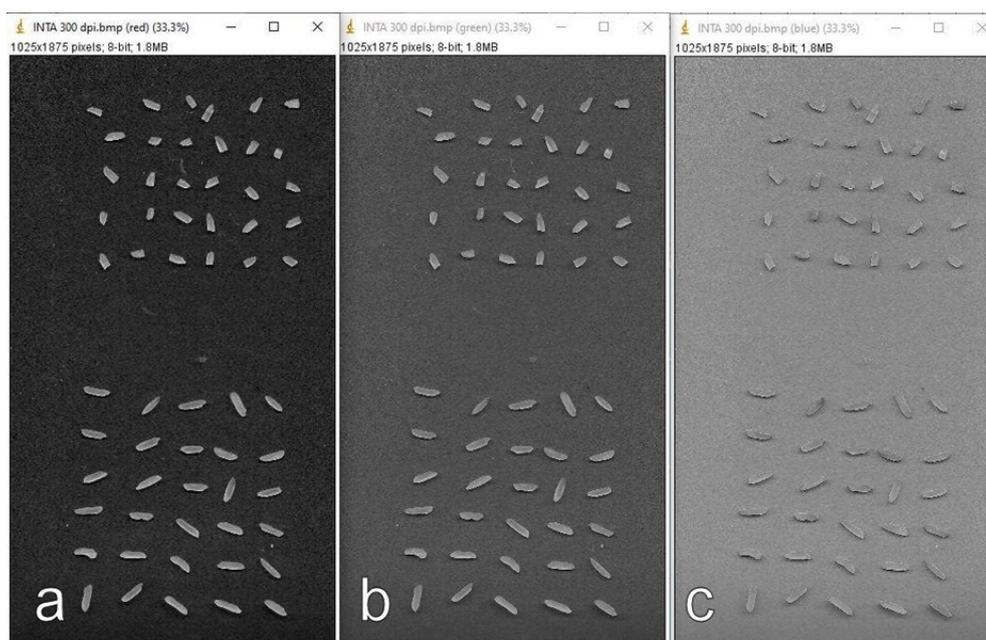


Figura 3. Imágenes de los canales RGB: a) Canal rojo; b) canal verde y c) canal azul.

Como se aprecia en la figura 3a, el canal rojo es en el que mejor contrastó el fondo con el grano, canal que se seleccionó para realizar la binarización.

La binarización es una operación recurrente en el PDI. Consiste en convertir a dos tonos (0 ó 255) la intensidad de los píxeles de una imagen en relación a un valor determinado denominado umbral de binarización. Si el valor del píxel está por encima del umbral, toma el valor de 255 y si está por debajo, el valor de 0. De este modo, la intensidad de los píxeles relacionados con un objeto se hacen uniformes, lo mismo que el fondo (Figura 4).

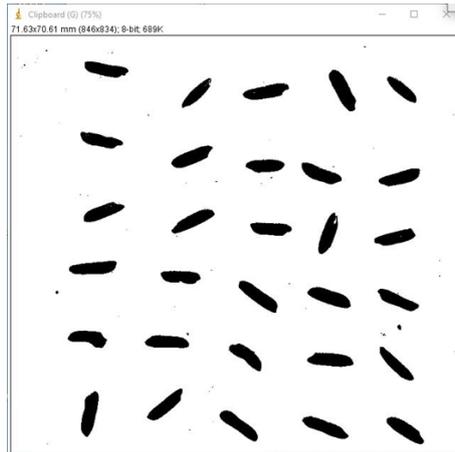


Figura 4. Imagen binarizada de los granos enteros

La selección del umbral de binarización se realizó en función al histograma del canal rojo (Figura 5).

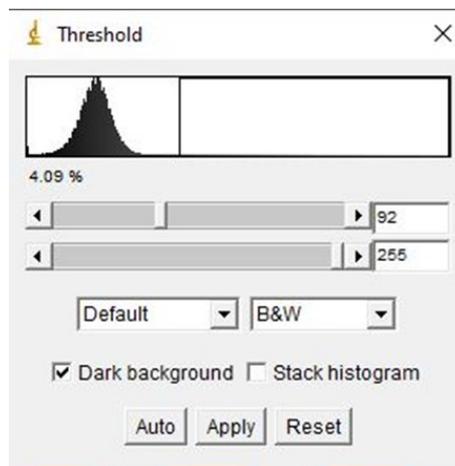


Figura 5. Histograma del canal rojo y umbral de binarización.

El histograma es una representación gráfica de las frecuencias en que se encuentran las diferentes intensidades, en función de la intensidad.

Configuración de la escala

La resolución es un parámetro importante a la hora de escanear una imagen. Se mide en puntos por pulgadas (dpi por sus siglas en inglés) y es un valor que está relacionado con la

calidad de la imagen y el tamaño de la misma. En el caso de la determinación de dimensiones en granos y semillas, una resolución de 300 dpi es aceptable para determinaciones morfológicas. La figura 6 presenta el menú de configuración de escala en ImageJ®.

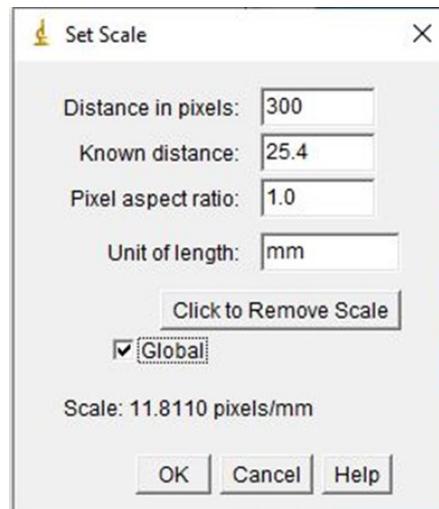


Figura 6. Configuración de escala

Si la resolución es de 300 puntos por pulgada, significa que hay 300 puntos por cada 2,54 cm o 25,4 mm. Con la escala configurada, todas las dimensiones que se midan quedarán expresadas en las unidades seleccionadas.

Cálculo del largo y ancho de los granos

El método de la elipse que mejor ajusta consiste en sustituir, el área proyectada del grano de arroz, por una elipse que cumple las mismas propiedades geométricas que la del área del grano. Las figuras 7 y 8 presentan una porción de la imagen en la que se muestra como los contornos de estas elipses se ajustan al perímetro del área proyectada, tanto en los granos enteros como en los partidos. Se aprecia que la longitud y el ancho de cada grano coincidieron en forma aproximada con la de los ejes de las elipses.

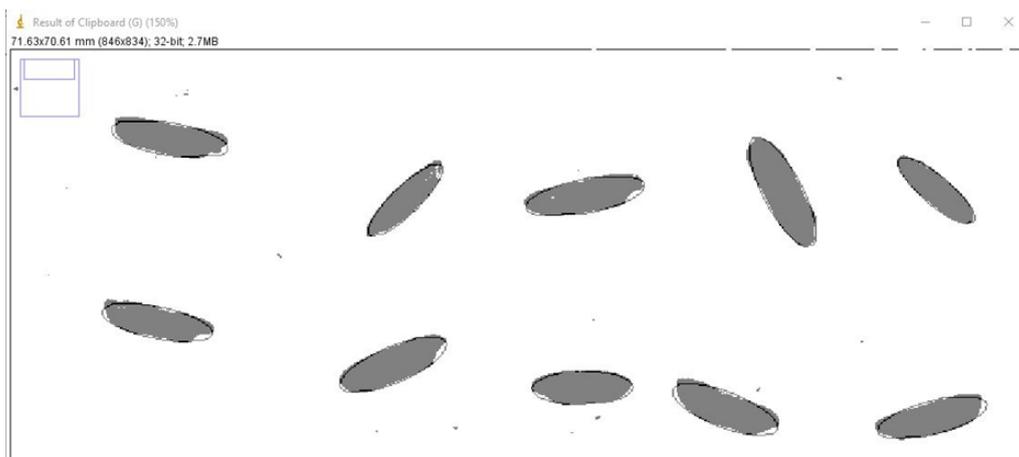


Figura 7. Área proyectada de los granos enteros y elipse que mejor ajusta



Figura 8. Área proyectada de los granos enteros y elipse que mejor ajusta.

En las Figuras 4, 7 y 8 aparecen objetos (de diferente origen y menor tamaño) que no son granos. Para que estos no sean tenidos en cuenta, se los filtra en el conteo empleando el criterio "área". Para este caso, todos los elementos con área menor a 2 mm², fueron desconsiderados (Figura 9A).

El efecto del filtro por área (<2 mm²) se muestra en la figura 9B: la primera columna representa el grano; la segunda, el área en el sistema de unidades que se empleó en la escala; la tercera y cuarta columna representan los valores del eje mayor y menor de la elipse que mejor ajusta y la quinta, la orientación en grados.

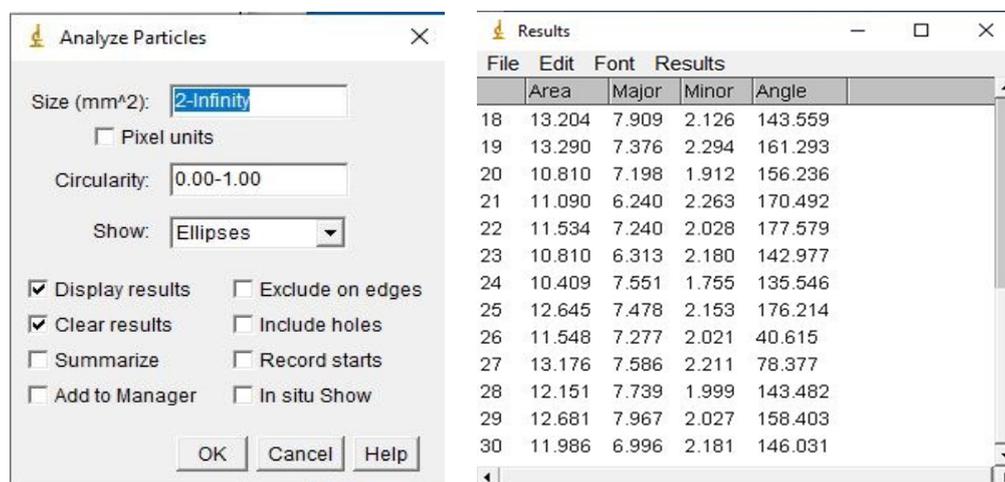


Figura 9. A) Configuración para filtrar partículas; B) Tabla de resultados de ImageJ®

RESULTADOS

Los resultados de la determinación de las dimensiones de la muestra de granos de arroz empleando un calibre y por PDI se presentan en la tabla 1.

Los resultados de la determinación de las dimensiones de la muestra de granos de arroz empleando un calibre y por PDI se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones para granos enteros y quebrados empleando calibre y PDI.

Método	Entero		Quebrado	
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
Calibre	7.1 ± 0.5	1.9 ± 0.2	4.1 ± 0.7	1.9 ± 0.2
PDI	7.1 ± 0.5	2.1 ± 0.2	4.2 ± 0.7	2.1 ± 0.2

Los valores de las dimensiones se expresan con su desviación estándar, siendo esta última expresada con una sola cifra significativa. Ambas formas de determinación tienen la misma variabilidad, reflejada por este valor.

La tabla muestra la similitud en los valores obtenidos entre ambos métodos, sobre todo en el largo de los granos, enteros y partidos. La determinación con calibre del ancho ha sido más compleja que la determinación del largo por lo difícil que resulta posicionar al grano entre las mordazas del calibre. Se asume entonces que esta medida es la que está más afectada de error y, en base a los valores obtenidos del largo, se puede asumir que la medida por PDI es la que tiene menos error en su determinación.

CONSIDERACIONES FINALES

Se presentó una forma de determinar las dimensiones de una muestra de granos de arroz empleando un escáner de escritorio e ImageJ® y se contrastó con las mismas determinaciones empleando un calibre digital. Las medidas realizadas con PDI se ejecutaron en menos tiempo y no requirieron de habilidades especiales para realizarlas.

El método es económico ya que no demanda un equipo nuevo para implementarla. De hecho se puede reciclar algún equipo con sistema operativo en el que se pueda ejecutar ImageJ® y al que se pueda conectar un escáner.

En el método por PDI el número de granos a medir está limitado por la cantidad de granos que entran en la bandeja de un escáner y como desventaja tiene el tiempo empleado para la revisión de que los granos no estén en contacto entre sí.

BIBLIOGRAFÍA

- Dirección Nacional De Agricultura. 2022. Estimaciones agrícolas de arroz; [Acceso 06 Julio 2022]. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1986). Componentes del rendimiento en arroz; Guía de estudio. Contenido científico: International Rice Research Institute. Traducción y adaptación: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. CIAT.
- Sakai, N.; Yonekawa, S.; Matsuzaki, A.; Morishima, H. 1996. Two-dimensional image analysis of the shape of

rice and its application to separating varieties. *Journal of Food Engineering*, 27(4), 397-407.

Lloyd, B.J.; Cnossen, A.G.; Siebenmorgen, T.J. 2001. Evaluation of two methods for separating head rice from brokens for head rice yield determination. *Applied Engineering in Agriculture*, 17 (5), 643–648.

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.

Sansomboonsuk, S; Afzulpurkar, N., 2006. The Appropriate Algorithms of Image Analysis for Rice Quality Evaluation, The 20th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand. 18-20 October, Nakhon Ratchasima, Thailand.