

## MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO COMBINADO CON ANALYSIS POR IMÁGENES: EVALUACION DE TEXTURA Y MICROESTRUCTURA EN LEGUMBRES Y VEGETALES LIOFILIZADOS.

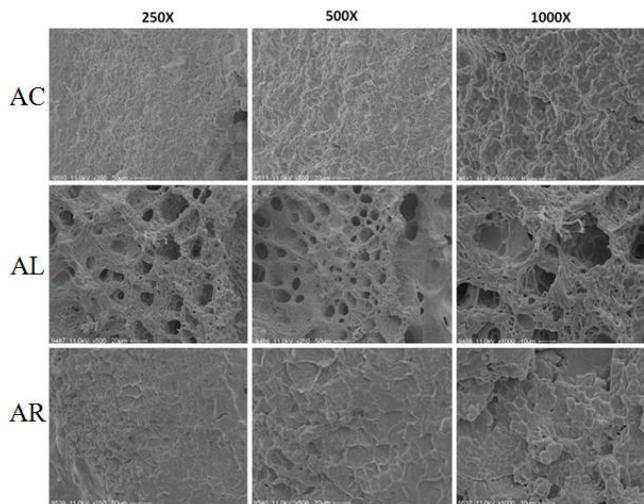
Facundo Pieniazek (1), Valeria Messina (1,2)

<sup>1</sup>CINSO-CITEDEF, UNIDEF-CONICET-MINDEF Juan Bautista de la Salle 4970, Villa Martelli, Buenos Aires,

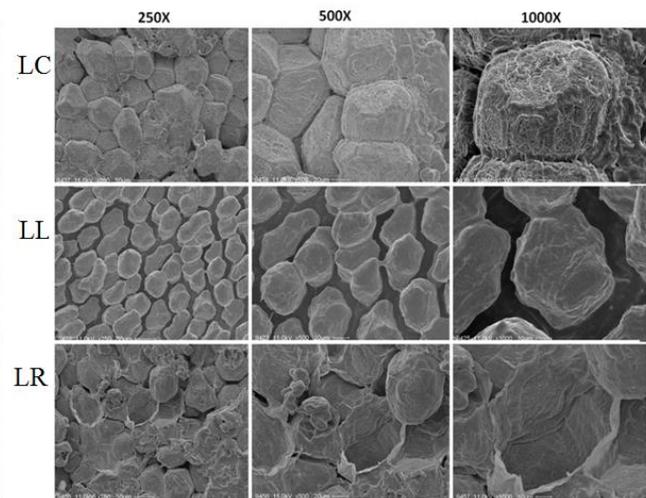
<sup>2</sup>CONICET, Rivadavia 1917, Argentina.

Email: [fpieniazek@citedef.gob.ar](mailto:fpieniazek@citedef.gob.ar)

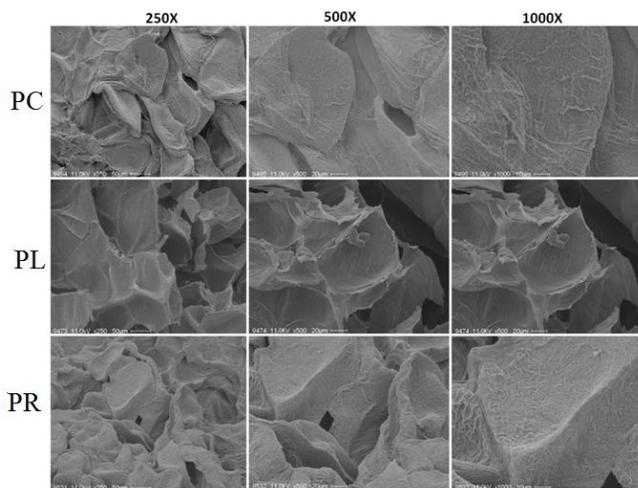
Legumbres y vegetales son los alimentos más consumidos en el mundo, siendo la base de la alimentación de gran parte de la población mundial tanto por su bajo costo como por su alto contenido en energía, proteínas y otros nutrientes [1]. Para su consumo, es común utilizar diferentes métodos de cocción y secado, pero estos procesos pueden alterar sus propiedades estructurales, sensoriales y nutricionales. La liofilización es un método de secado que permite mantener estas propiedades casi intactas obteniendo un producto final de alta calidad, fácilmente de hidratar y listo para consumir. Debido a la creciente demanda de estos productos listos para consumir, es necesario el desarrollo e innovación de nuevas tecnologías de análisis para evaluar calidad. La textura es una cualidad sensorial directamente relacionada con la calidad y aceptabilidad de alimentos siendo su análisis de gran importancia, la misma se determina mediante técnicas destructivas utilizando un texturómetro donde se obtienen parámetros de dureza, masticabilidad, adhesividad, gomosidad, cohesividad y elasticidad entre otros [2]. Estos métodos tradicionales de análisis de la calidad son generalmente caros, destructivos, y requieren una gran cantidad de muestra. El análisis por imágenes es una técnica que permite proporcionar evaluaciones objetivas a partir de imágenes digitalizadas que pueden estimar los parámetros de calidad (textura, color, etc) para la aceptación del consumidor. Dicha técnica es económica, rápida y reproducible. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la microestructura y parámetros de textura en vegetales y legumbres liofilizadas listas para consumir aplicando análisis por imágenes a la micrografías SEM obtenidas a distintas magnificaciones. Los resultados obtenidos del análisis de imágenes fueron correlacionados con análisis mecánicos con el objeto de evaluar la efectividad del estudio por imágenes. Se analizaron muestras cocidas y rehidratadas de lentejas (*cv. Pardina*), arroz (*cv. Grano largo*), papa (*cv. Spunta*) y zanahoria (*cv. Flakkee*) mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido a distintas magnificaciones 250x, 500x y 1000x. Cada una de las imágenes obtenidas fue analizada utilizando el método GLCM (Grey Level Co-Occurrence Matriz, por sus siglas en inglés) para estimar los parámetros de textura por imágenes (contraste, correlación, energía, entropía y homogeneidad) [3]. Se efectuaron ensayos mecánicos de textura utilizando un analizador de textura (TPA) determinando los parámetros de dureza, cohesividad, masticabilidad, gomosidad, resiliencia y adhesividad. Las microscopías revelaron homogeneidad en las muestras cocidas y sin porosidad; una alta porosidad se observó en las muestras liofilizadas debido al proceso de liofilización, donde el cristal de hielo al sublimarse deja una estructura muy porosa. Las muestras rehidratadas mostraron similares estructuras, la porosidad pareció dispersarse gradualmente debido al proceso de rehidratación recuperando su estructura. Diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) se observaron para todas las legumbres y verduras. Las micrografías realizadas a 1000x mostraron mejores valores de parámetros de textura como ser homogeneidad, mejor correlación entre píxeles vecinos, disminución en las variaciones locales, alta linealidad y suavidad entre las imágenes cuando se compararon con las otras imágenes (250x y 500x). Regresiones lineales y múltiples se realizaron entre los parámetros de textura por imágenes y mecánicas, obteniéndose una alta correlación entre ambas mediciones. En arroz se observó que utilizando los parámetros de textura por imágenes homogeneidad y contraste pueden ser utilizados para los descriptores de textura gomosidad y adhesividad; en lentejas contraste, correlación, energía, homogeneidad y entropía para dureza, adhesividad, gomosidad y masticabilidad; siendo para papa y zanahoria contraste, energía, homogeneidad y entropía para adhesividad, masticabilidad, dureza, cohesividad y resiliencia.



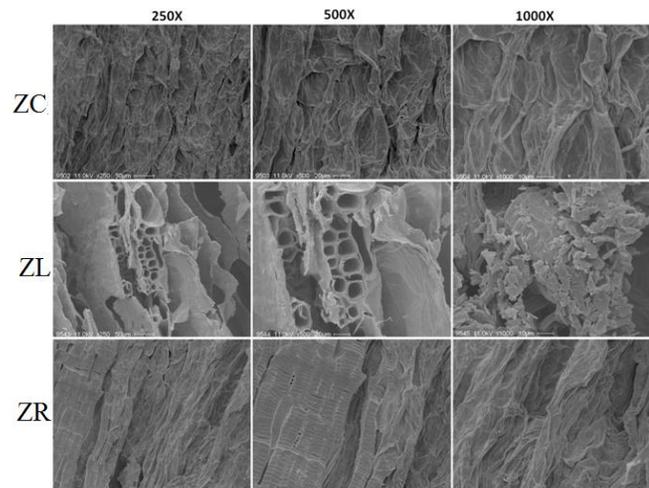
**Fig. 1** Microscopia electrónica de barrido a 250, 500 y 1000x de en arroz cocida (AC), liofilizada (AL) y rehidratada (AR).



**Fig. 2** Microscopia electrónica de barrido a 250, 500 y 1000x de en lenteja cocida (LC), liofilizada (LL) y rehidratada (LR).



**Fig. 3** Microscopia electrónica de barrido a 250, 500 y 1000x de en papa cocida (PC), liofilizada (PL) y rehidratada (PR).



**Fig. 4** Microscopia electrónica de barrido a 250, 500 y 1000x de en zanahoria cocida (ZC), liofilizada (ZL) y rehidratada (ZR).

## REFERENCIAS

- [1] Muhamad I, Karim N. 2014. Trends, Convenience, and Safety Issues of Ready Meals. In: Food Engineering Series. Editor: Springer, New York, pp.105-123
- [2] Leelayuthsoontorn P., Thipayarat A. (2006) "Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions" *Food Chem.* 96:606-613
- [3] Hernandez – Carrion M, Hernando I, Sotelo Diaz I, Quintanilla- Carvajal M, Quiles, (2015). "A. Use of image analysis to evaluate the effect of high hydrostatic pressure and pasteurization as preservation treatments on the microstructure of sweet red pepper" *Innov. Food. Sci. Emerg.* 27:69-78.