

**MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO COMBINADO CON ANALISIS POR
IMÁGENES: CALIDAD EN BANANAS CV CAVENDISH APLICANDO DISTINTOS
CICLOS DE LIOFILIZACION.**

F. Pieniazek¹, V.Messina^{1,2}

¹CINSO-CITEDEF, UNIDEF-CONICET-MINDEF Juan Bautista de la Salle 4970, Buenos Aires,
²CONICET, Rivadavia 1917, Argentina.

Email: fpieniazek@citedef.gob.ar

INTRODUCCION

La banana es una fruta tropical que se caracteriza por poseer un alto contenido de azúcares, es voluminosa y altamente perecedera. Para su consumo se requiere de un procesamiento adecuado debido a que es susceptible al deterioro de la calidad. Tradicionalmente las bananas son secadas al sol o por métodos convencionales; el secado es un proceso complejo debido a que es acompañado por cambios físicos y estructurales; debido a que hay un cambio continuo en las dimensiones durante el secado como resultado de la eliminación de agua y el colapso interno de las partículas se generan atributos negativos en la calidad como ser pardiamiento, cambios en la textura, color, etc.

El color se considera el atributo visual más importante en la percepción de la calidad del producto, ya que a menudo es la base para la selección o el rechazo por los consumidores. Se tiende a asociar el color con textura, sabor, seguridad, tiempo de almacenamiento y nutrición, ya que se correlaciona bien con propiedades físico-químicas y sensoriales. Junto con el color, la textura también juega un papel importante en la aceptación general de calidad de los alimentos.

Un método de secado que permite obtener productos de muy alta calidad, peso reducido, fácil de manipular, etc. es la liofilización. Este proceso consiste en la congelación seguido de una posterior sublimación a bajas presiones y temperaturas, obteniéndose un producto seco poroso con mínimas alteraciones.

La calidad es generalmente estudiada aplicando técnicas convencionales, paneles sensoriales, etc. Una alternativa interesante es utilizar técnicas de análisis por imagen. Esta técnica permite obtener mediciones a partir de imágenes digitalizadas que proporcionan valores objetivos de las características de las muestras.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar calidad en bananas sometidas a distintos ciclos de liofilización aplicando el análisis de imágenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bananas frescas (B) *cv. Cavendish* fueron cortadas en rodajas y liofilizadas a distintos ciclos. Se mantuvo constante la temperatura de congelación (-40 °C) y de secado (40 °C) variando el tiempo de congelación y secado. Se aplicaron cuatro ciclos: $T_1 = 7\text{h} (-40\text{ °C}) / 24\text{h} (40\text{ °C})$; $T_2 = 7\text{h} (-40\text{ °C}) / 48\text{h} (40\text{ °C})$; $T_3 = 18\text{h} (-40\text{ °C}) / 24\text{h} (40\text{ °C})$ y $T_4 = 18\text{h} (-40\text{ °C}) / 48\text{h} (40\text{ °C})$ bajo una presión de 0,346 Pa.

Se evaluó color, textura, microestructura y porosidad en las muestras frescas (F), liofilizadas (L) y liofilizadas-rehidratadas (LR). Microestructura se llevo a cabo utilizado un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM 515, Philips, Holanda).

Se determino color aplicando el análisis por imágenes con imágenes obtenidas de una cámara digital. Los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) fueron procesados mediante Adobe Photoshop (CS6).

Los parámetros de textura energía (ASM), contraste (CON), correlación (COR), homogeneidad (HOM) y entropía (ENT)) se analizaron combinando imágenes obtenidas mediante el SEM (1000x) procesándolas con MATLAB.

La porosidad se analizó utilizando un picnómetro de gases. Todos los experimentos se llevaron a cabo por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas para los parámetros de color, textura y porosidad ($P < 0,05$). Los parámetros L^* , a^* y porosidad aumentaron en las muestras BL y BLR, siendo los ciclos T_3 y T_4 notorio el cambio en sus parámetros.

Cuando la porosidad se correlaciono con las imágenes obtenidas del SEM, los resultados revelaron que T_1 y T_2 presentaron mayores tamaños de poros. El grado de porosidad tiene influencia en la textura y en la rehidratación, cuando el tamaño de las celdas de aire en el material poroso es más grandes, la rehidratación es más rápida debido que el agua fácilmente entra y vuelve a ocupar los espacios vacíos

Los parámetros de textura revelaron que las muestras BL aplicando el ciclo T_3 y T_4 presentaban mayores valores de textura (COR, ASM, ENT, HOM). BLR mostro mayores valores de COR, ASM y HOM y menores de ENT y CON cuando se aplicaron los ciclos T_3 y T_4 .

COR indica para una imagen con grandes extensiones de intensidades similares un alto valor de correlación. ENT toma valores bajos para imágenes suaves. ASM se relaciona con la suavidad de una imagen, cuando ASM es alta la imagen tiene píxeles muy similares entre sí. CON muestra la diferencia entre un píxel a otros cercanos, representa una medida de las variaciones, la misma disminuye cuando más suave sea la textura. Valores bajos de CON se encuentran correlacionados con muestras blandas y altos valores en ASM con poca rugosidad. El aumento de la dureza se relaciona con pérdidas de humedad, generando aumentos en la rugosidad y en la dureza.

En general se observo que aplicando el ciclo T_3 y T_4 los parámetros de textura, color y porosidad se ven afectados. Aplicando los ciclos T_3 y T_4 la dureza y la rugosidad disminuye Las características de textura se pueden asociar con la composición y estructura de las paredes celulares, probablemente causada por las modificaciones físicas y estructurales del tejido. La porosidad en T_3 y T_4 aumenta generando tamaño de poros pequeños afectando el proceso de rehidratación.

CONCLUSIONES

La combinación de Microscopia Electrónica de Barrido con el análisis por imágenes permitió obtener en forma rápida y económica el perfil de calidad de bananas cv *Cavendish* sometidas a distintos ciclos de liofilización.

Se determinó que el ciclo de liofilización T_1 y T_2 era el óptimo debido a que los parámetros analizados no se veían afectados como ocurre en los ciclos T_3 y T_4 .

En el futuro sería recomendable investigar otros cultivares y aumentar el número de muestras con el fin de establecer una tendencia general en la fruta.