

XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
XVII National congress of Biochemical Engineering
VI Congreso Inter nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Intern ational congress of Biochemical Engineering
VIII Jornadas Cient íficas de Biomedicina y B iotecnología
M oleculas
VIII Biomedicine and M olecular Biotechnology Meeting

Clave: CIA295NAY20091223

**SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADORA APLICADO A
LA CLASIFICACIÓN DE CALIDADES EN TORTILLAS DE
MAIZ.**

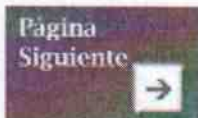
Domingo Mery Q.; Álvaro Soto; Aldo Cipriano; Nayeli Vélez
Rivera; Israel Arzate Vázquez; José Miguel Aguilera; Gustavo Fidel
Gutiérrez López; José Jorge Chanona Pérez.

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias
Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (IPN), México D.F.
Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile,
Santiago de Chile, Chile.

CORREO ELECTRÓNICO

jdmsoto@ipn.mx aldoc@hotmial.com





XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
XVII N a XlV In t e r n a c i o n a l d e B i o t e c n o l o g í a y B i o i n d u s t r i a
VI C o n g r e s o I n t e r n a c i o n a l d e I n g e n i e r í a B i o t e c n o l o g í a
V I I I n t e r n a c i o n a l C o n g r e s o d e B i o t e c n o l o g í a y B i o i n d u s t r i a
V I I J o r n a l d e I n f o r m a c i ó n d e B i o t e c n o l o g í a y B i o i n d u s t r i a
M o l e c u l a r
V I I B i o t e c n o l o g í a y B i o i n d u s t r i a

INTRODUCCIÓN

México es el principal consumidor de tortilla en el mundo, pues se estima que es consumida por el 94% de la población (Figuroa, J. D. C., 1994). Actualmente se consumen 800 millones de tortilla al día, de los cuales el 60% son elaboradas en tortillerías (Rodríguez y col, 2009). por lo que el volumen de producción y consumo es cercano a los 12 millones de toneladas de tortillas por año. Actualmente no existe ningún tipo de clasificación de la tortilla más allá de los niveles de producción (Nivel Pequeño y Nivel Industrial). La calidad de una tortilla está ligada a características tales como el sabor, color, espesor y forma; no existen normas las cuales establezcan atributos de calidad específicos para este alimento. Herrera *et al.* (2007) mencionan que la aceptabilidad y el intento de compra de la tortilla en los consumidores están reguladas por la apariencia total, la rotabilidad, el gusto. Debido que los defectos visuales están directamente relacionados con la apariencia de la tortilla. Dichos defectos podrían estar relacionados al control y estandarización que se lleva en el proceso de producción. Para poder cuantificar defectos como manchas (café y negras), el contorno, etc. y realizar una clasificación de calidades el análisis de imágenes nos ayudó. En años recientes ha incrementado la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes para la evaluación de la calidad de alimentos (Du

y Sun, 2004). Teniendo la ventaja de que es una herramienta no invasiva, no destructiva, que ha sido desarrollada y ampliamente estudiada con resultados que permiten describir con una gran precisión y detalle características de los alimentos (Quevedo *et al.*, 2007).

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue evaluar características de calidad físicas como color, forma y textura de muestras de tortillas de dos diferentes niveles de producción utilizando técnicas de análisis de imágenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 50 tortillas de un nivel de producción pequeño (tortillería local, TL) que se adquirieron en diversas tortillerías de la ciudad de México, y 50 tortillas elaboradas a nivel industrial (Milpa Real, MR), se compraron en tiendas de autoservicio de la misma localidad. Se utilizó un Sistema de Visión por Computadora (SVC) para la captura de las imágenes que consta de una Cámara Digital a Color, un software de captura, un sistema de iluminación y una computadora.

DESARROLLO

Análisis de Imágenes: Se tomaron imágenes de las tortillas por ambos lados

24 de Mayo del 2010

- Acapulco, Guerrero, México.

enlace a los resultados de esta investigación: www.cimabioq.mx





XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
 XVI INAVI con el apoyo de Bioenergía y Ingeniería
 VI Congreso de la Asociación de Ingenieros Bioquímicos
 VII Intersitio Nacional de Ingeniería Bioquímica
 VII Jornada de la Asociación de Ingenieros Bioquímicos y Biología Molecular
 VII BioBioBio en el Mundo de la Ingeniería Bioquímica

(anverso y reverso) con el Sistema de Visión por Computadora (Fig.1) y se almacenaron en formato jpg. El sistema de iluminación del CVS consta de cuatro lámparas fluorescentes (longitud de 60 cm) con una temperatura de color de 6500 K (Philips, luz natural, 18W) Las cuatro lámparas se encuentran a 50cm por encima de la muestra y en un ángulo de 45° del plano donde se coloca la muestra. Este sistema de iluminación da una intensidad de luz uniforme en el plano. La cámara digital y el sistema de captura es similar al mencionado por Mendoza *et al.*(2006).

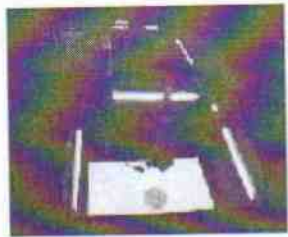


Figura 1: CVS. Sistema de Visión por computadora. Se muestra la adquisición de la imagen de la tortilla. A las imágenes obtenidas se les determinó diferentes parámetros con la ayuda del programa de Image J. El análisis de imágenes se realizó según lo reportado por Mery y col. (2005). Comenzando con el preprocesamiento de las mismas, que consiste en eliminar el fondo de la imagen (todo lo que no corresponde a la tortilla) y separar la imagen de la muestra (solo la tortilla).

Figura 2: Preprocesamiento de la imagen.

Después del preprocesamiento, se realizó la extracción de parámetros de color.



Imagen DCS02698.JPG Imagen DCS02698.JPG preprocesada con Adobe Photoshop 5.0

textura y forma de ambos niveles de producción.

COLOR: Para medir el color se segmentaron las imágenes de tortillas, extrayendo un cuadro de 330x330 pixeles con la herramienta de rectangular selección del programa antes mencionado, se transformó a una escala de grises con "plugin"/"color space convert" y se expreso el color en CIE Lab datos que fueron extraídos de los histogramas de cada canal, usado "plugin" / "analyse/histogram". (Fig. 3)

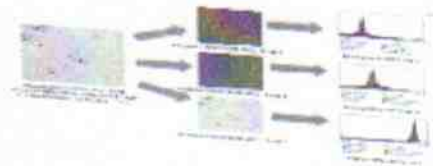


Figura 3: Medición de color. (Expresado en CIE Lab)

TEXTURA: Se determinaron parámetros de textura como son: segundo momento angular, contraste, correlación, diferencia de momento inversa, entropía y dimensión fractal de textura. Todos estos



Página Siguiente



XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
 XVII Asamblea Nacional de Ingenieros de Alimentos y Alimentos
 VI Congreso de Ingeniería de Alimentos y Alimentos
 VII International Congress of Biotechnology Engineering
 VII Jornada de Investigación Científica de Alimentos y Alimentos
 Moleculares
 VII Bioinformática y Biotecnología y Biotecnología

parámetros se encuentran en la barra de herramientas "plugins"/"analyze". En la figura 4 se muestra el procedimiento para la extracción de estos.

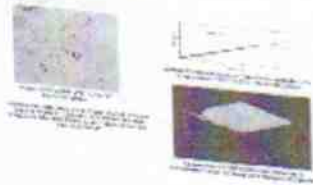


Figura 4: Procesamiento para la extracción de parámetros de textura.

TAMAÑO Y FORMA : Se midieron parámetros morfológicos como área, perímetro, circularidad y diámetro de Feret. Eso fue a partir de la segmentación de la imagen de la tortilla, el cálculo de las características de tamaño y forma también se extrajeron del programa Image J. con "process"/"FFT" y "plugins"/"analyze".

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO: Se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) con una prueba de Tukey a los valores obtenidos, con el objetivo de determinar si habían diferencias significativas en las muestras de ambos niveles de producción. En la tabla I se muestran los valores promedio de las coordenadas de color para el total de imágenes adquiridas para cada nivel.

Tabla I: Parámetros de color expresados en CIELab.

Nivel de Producción Color (CIELab)	
Pequeño	L* = -9.376 ± 0.51 a* = 17.317 ± 0.77 b* = 44.419 ± 1.62
Industrial	L* = -10.451 ± 0.59 a* = -36.420 ± 0.242 b* = -82.54 ± 1.59

Tabla II: Parámetros de Textura

P. Textura Muestra	Producción pequeña (T)	Producción industrial (IR)
Segundo Momento Angular	0.006 ± 0.00	0.002 ± 0.00
Contraste	54.37 ± 12.68	51.41 ± 3.18
Correlación	0.007 ± 0.002	0.006 ± 0.001
Diferencia de Momento Inversa	0.327 ± 0.01	0.310 ± 0.01
Entropía	5.89 ± 0.50	6.56 ± 0.23
Dimensión fractal de Textura	2.797 ± 0.036	2.794 ± 0.006

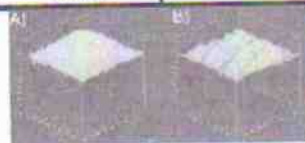


Figura 5: Se muestra la representación tridimensional de la textura de las tortillas en escala de grises. A) Nivel Pequeño y B) Nivel Industrial





XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
 XVI Jornada Nacional de Bioinformática y Biotecnología
 VI Congreso de la Asociación Mexicana de Ingeniería Biológica
 VII Interacción de la Ingeniería Biológica con la Ingeniería Química
 VII Jornada de la Asociación Mexicana de la Ingeniería Biológica
 VII Jornada de la Asociación Mexicana de la Ingeniería Biológica

Moléculas
 Biotecnología y Bioingeniería

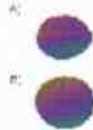


Figura 6: Imágenes que representan el tamaño y la forma de las tortillas. A) Nivel Pequeño y B) Nivel Industrial

Tabla III: Parámetros de Tamaño y Forma.

Parámetro	Producción Pequeña	Producción Industrial
Área (cm ²)	103.68±2.92	107.1±1.23
Perímetro (cm)	50.08±5.22	43.98±2.87
Circularidad (Adimensional)	0.532±0.08	0.704±0.09
Diámetro de Feret (cm)	11.94±0.23	11.86±0.06

COLOR: En la figura 3 se observan imágenes de tortillas de los dos niveles de producción y la zona que se utilizó para realizar las mediciones colorimétricas. Tomando en cuenta la coordenada de cromaticidad b* (del color azul al amarillo) se observa en la tabla I que las dos muestran un valor alto de este parámetro lo que indica que el color predominante en ambas muestras es el amarillo aunque ambas tienen diferentes tonalidades, lo cual se ve reflejado en las diferencias de la coordenada de luminosidad L*. Se encontró diferencia significativa en el color entre los dos niveles de producción esto se debe probablemente al tiempo y temperatura de cocción y a los aditivos utilizados en la elaboración de las tortillas, por ejemplo en el nivel de producción MR se le añaden aditivos como gomas para

incrementar la vida útil y la textura (Herrera *et al.*, 2007).
 TEXTURA: En el análisis de imágenes, la textura es un atributo que representa la disposición espacial de los niveles de gris de los píxeles de una región. La textura de una zona segmentada es una característica importante para la descripción del área, que cuantifica alguna característica con la variación del nivel de gris dentro del objeto. Sin embargo, varios métodos de descripción de la textura se basan en el espectro de Fourier, la transformada wavelet, y la dimensión fractal (Du y Sun, 2004). En la tabla II el valor de contraste fue mayor en el nivel de producción pequeño debido a un mayor número de impurezas sobre la superficie de las tortillas, por el bajo control de producción y por la heterogeneidad de insumos en este nivel. Por otra parte la entropía es una medida del desorden de una imagen y para las tortillas de nivel de producción industrial estas mostraron valores mayores.
 TAMAÑO Y FORMA: El tamaño medido como el área, fue mayor en las tortillas de producción industrial, además, de que este tipo de tortillas presentó una mayor circularidad lo que significa que su forma se asemeja más a la de un círculo perfecto (Tabla III y Fig. 6). En el MR se emplea un mayor control en el equipo utilizado, esto les permite contar con un producto más homogéneo, en cuanto a su forma y color. El diámetro de Feret es el diámetro de mayor valor dentro de una figura irregular; y este valor en ambas muestras fue muy similar.



Página Siguiente →



XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
 XVI Intercontinental Congress of Biochemical Engineering
 VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
 VI International Congress of Biochemical Engineering
 VII Jornada de la Industria de Alimentos y Biotecnología
 Molecular
 VI Intercontinental Meeting of Biochemical Engineering

CONCLUSIONES

• Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los valores de las coordenadas del espacio de color CIE Lab para las dos niveles de producción de tortillas. • Se pudieron extraer parámetros de textura digitales de las imágenes de las tortillas en escala de grises; siendo el contraste y la entropía los parámetros texturales que más información proporcionan acerca de las diferencias de textura de las muestras de tortillas. • La circularidad fue mayor en las tortillas del nivel de producción industrial que las de nivel pequeño, lo que indica que estas son más redondas o se asemejan más a un círculo perfecto. • Las técnicas de análisis de imágenes son herramientas que pueden ser empleadas para determinar parámetros colorimétricos, texturales y morfométricos de tortillas de diferentes niveles de producción y estos parámetros extraídos pueden ser útiles para establecer niveles de calidad a través de visión por computadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peri, C. (2005). *The universe of food quality*. Food Qual Prefer 17(1):3-8.
2. Herrera, C., Saidu, A. Khachatryan, W., Prinyawiwatkul, A., Carballo C., and Zepeda, B. (2007). *Identifying Drivers for Consumer Acceptance and Purchase Intent of Corn Tortilla*. Journal of Food Science. 72: 727-731.
5. Mery, D. and Pedreschi, F. (2005). *Segmentation of colour food images using a robust algorithm*. Journal of Food Engineering 66: 353-360.
6. Mendoza, F., Dejmek, P. and Aguilera, J. (2006). *Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis*. Postharvest Biology and Technology 41: 285-295.
7. Waliszewski, N., Estrada, Y. & Pardo, V. (2004). *Sensory Properties Changes of Fortified Nixtamalized Corn Flour With Lysine and Tryptophan During Storage*. Plant Foods for Human Nutrition 59: 51-54
8. Quintanar, G., Jaramillo, F., Mora, E., Chel, G., Solorza, F. (2009). *Changes on the structure, consistency, physicochemical and viscoelastic properties of corn (Zea mays sp.) under different nixtamalization conditions*. Carbohydrate Polymers 78: 908-916
9. Mendoza, F., Dejmek, P., and Aguilera, M. (2006). *Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis*. Postharvest Biology and Technology 41: 285-295