

Análisis del estado de madurez de mango (*Mangifera indica*) mediante espectroscopía UV-VIS-NIR

Sairel Dejanira López García (1), Mónica Trejo Duran (2)

1 [Ingeniería en alimentos, Universidad de Guanajuato DICIVA] | Dirección de correo electrónico: [dejanira2831@hotmail.com]

2 [Departamento de estudios multidisciplinarios, División de ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [montredur@gmail.com]

Resumen

El fruto del mango es una drupa aplanada, de color exterior amarillo, anaranjado o verde como base, pertenece a la familia de las *Anacardiáceae*, del género *Mangifera* y especie *indica*. En el presente estudio, se analizó durante 15 días el estado de madurez de mangos variedad Manila y Ataulfo por espectrofotometría (VIS/NIR) como método no destructivo y los resultados se relacionaron con los obtenidos por métodos destructivos (Contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable). Los resultados del análisis espectrofotométrico muestran que para el mango Manila y Ataulfo, en un rango de 675-910 nm y 675-955 nm respectivamente, se encuentra información que se relaciona con los cambios encontrados mediante pruebas destructivas, concluyendo que el día óptimo para consumo del mango manila es el día 5 y del mango Ataulfo el día 7.

Abstract

Mango is a flattened fruit, with external color yellow, orange or green as base, belongs to the family of *Anacardiáceae*, genus and species *Mangifera indica*. In the current study, during 15 day we analyze ripeness of Manila and Ataulfo mango by spectrophotometry (VIS / NIR) as non-destructive method and the results were associated with those obtained by destructive methods (total soluble solids content, acidity). Spectrophotometric analysis results show that for Manila and Ataulfo mango, in a range of 675-910 nm and 675-955 nm respectively, appears information that relates to the changes found by destructive methods, concluding that the optimal day for consumption manila mango is the day 5 and Ataulfo at day 7.

Palabras Clave

Mango ; Sólidos solubles totales (SST) ; Acidez titulable (AT) 5 ; Métodos no destructivos

INTRODUCCIÓN

El fruto del mango es una drupa aplanada, de color exterior amarillo, anaranjado o verde como base, pertenece a la familia de las *Anacardiáceae*, del género *Mangifera* y especie *indica*.

A nivel mundial, constituye un papel económico y social importante para diversas naciones, principalmente aquellas en desarrollo, se estima que es el tercer fruto tropical a nivel mundial, en cuanto a su producción e importación (después del plátano y la piña) y el quinto de todos los frutos que se comercializan a nivel mundial.

Las variedades comerciales más importantes en México son Ataulfo, Manila, Haden, Tommy Atkins, Kent y Keitt. En el 2010, el volumen de producción de la variedad Manila fue la segunda más grande (21.4%) seguido de la variedad Ataulfo (27.8%) [1]

Los principales cambios en los parámetros bioquímicos que se producen durante la maduración de frutos de mango son aumento de los sólidos solubles totales (SST), pH, relación de azúcar /ácido, y carotenoides; mientras que la acidez, almidón, y la vitamina C disminuyen.[2]

Para garantizar el suministro de fruta de alta calidad, es importante seleccionar la fruta con el grado adecuado de madurez, sin embargo para esto se tiene que recurrir a métodos destructivos como determinación de sólidos solubles totales, acidez y firmeza, con mala repetitividad, subjetivo y limitada a ciertas etapas de madurez [3].

La detección no destructiva de la fruta para conocer la calidad interna, permitiría a la industria de la fruta proporcionar una mejor fruta, elevando la calidad y mejorando la competitividad y rentabilidad en la industria.

Las técnicas no destructivas más recientes utilizadas para determinar la calidad de frutas y vegetales son NMR, Rayos X y tomografías computarizadas, espectroscopia NIR, narices electrónicas, máquinas de visión y ultrasonidos [3]

El objetivo de este trabajo es analizar mangos (*Mangifera indica*) de las variedades Ataulfo y Manila, usando un espectrómetro de UV-Vis-NIR (Técnicas no destructivas) para determinar el grado de madurez del fruto y relacionarlos con

valores obtenidos mediante técnicas destructivas (sólidos solubles totales, acidez titulable).

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de muestras.

Se compraron mangos de las variedades Manila y Ataulfo en la Central de Abastos de Irapuato, se seleccionaron 60 mangos de cada variedad libres de daños externos y visualmente similares en color (verdes). Los mangos se almacenaron bajo condiciones ambientales para su maduración natural. De manera aleatoria se seleccionaron 6 mangos por variedad para realizar las mediciones en el espectrómetro. Tres mangos de cada variedad fueron usados diariamente para determinación de sólidos solubles y acidez titulable.

Determinación de sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable.

Para determinación de sólidos solubles totales se usó un refractómetro digital (Hanna Instruments H196801, rango 0-85°Brix) el cual se calibró con agua destilada antes de cada medición. La medición de SST se realizó a la pulpa del mango. La concentración de sólidos solubles totales se expresó como grados brix (°Brix).

Acidez titulable fue medida como % de ácido cítrico y se determinó mediante titulación de la muestra (5g de pulpa diluidos con la misma proporción de agua destilada) hasta un viraje de color, con NaOH 0.1N usando fenofaleina como indicador.

Análisis UV-Vis y de color

Se analizaron 6 mangos de cada variedad, cada uno en cuatro puntos alrededor del ecuador, con un espectrómetro (Ocean Optics OSAHR4000GCUV-NI, 200nm a 1200 nm), obteniendo 24 espectros diarios, los cuales se promediaron para obtener un espectro representativo por día. A la par se determinó el color de los mangos en el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólidos solubles totales y acidez titulable.

El contenido de sólidos solubles totales incrementó durante el almacenamiento de los mangos pasando de 18.6°Brix el día 1 a 23.8°Brix el día 13, mientras que el mango Ataulfo comenzó con 13.8°Brix para alcanzar un máximo de 21.03°Brix (Imagen 1) esto se debe a la hidrólisis de los almidones mediante amilasas propias del fruto, proceso donde se libera una gran cantidad de moléculas de glucosa que hacen que aumente la cantidad de sólidos solubles, este comportamiento es muy similar al reportado por Quintero, C.V. *et al.*, (2013). Los valores obtenidos se encuentran en el rango que propone Jha S. N. *et al.*, (2009), que van desde 16.5 a 24°Brix dependiendo la variedad.

Se observa un importante descenso en el contenido de ácido cítrico a través de los días, este disminuyó de 0.51 a 0.06% en el mango Manila, y de 0.6 a 0.05% en mango Ataulfo, debido a que durante el proceso de maduración los ácidos orgánicos son degradados o bien convertidos a azúcares disminuyendo de manera gradual [6], (Imagen 2)

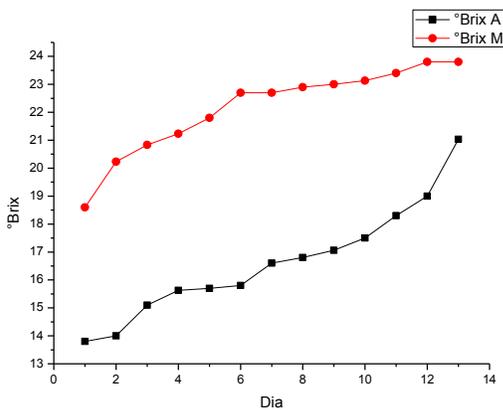


IMAGEN 1: Comportamiento de los grados brix a través de los días.

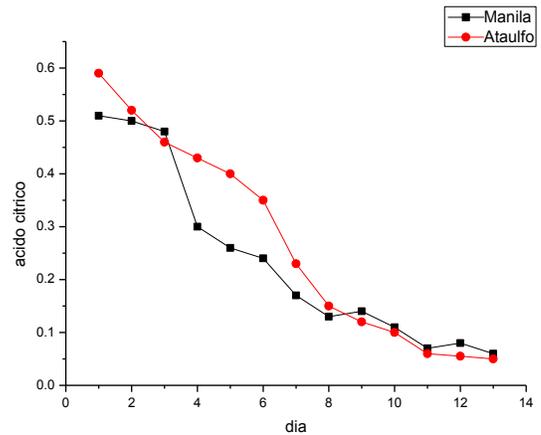


IMAGEN 2: Comportamiento de la acidez a través de los días.

Análisis UV-Vis y de color

En cuanto a la medición del color en el espacio de CIE $L^*a^*b^*$, se observa que en mango Manila hay un punto máximo en la luminosidad el día 5, mientras que en Ataulfo el máximo se observa el día 9; el parámetro a^* aumenta con el paso de los días, representando una disminución en el color verde de los frutos; el parámetro b^* presenta una disminución a partir del día 5 en el mango manila, comportamiento similar al parámetro L^* , el aumento en los tonos azules representados por el parámetro b^* , puede ser indicador de un proceso de degradación del mango. (Imagen 3).

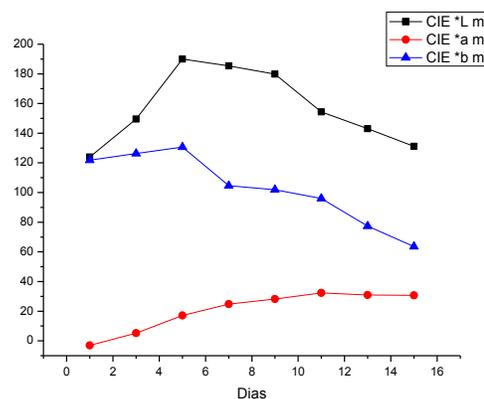


IMAGEN 3: Variaciones del parámetro $L^* a^* b^*$ en el mango manila.

En el caso del mango Ataulfo, los parámetros a^* y b^* tienen un comportamiento creciente, que indica un aumento en el color amarillo y una disminución en el color verde, relacionada con la descomposición de la clorofila y la aparición de carotenoides [6] (Imagen 4).

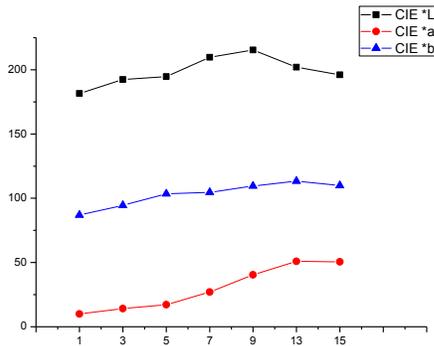


IMAGEN 4: Variaciones del parámetro L* a* b* en el mango Ataulfo.

Analizando los espectros obtenidos, podemos observar que ambas variedades de mango presentan comportamientos similares, viendo cambios importantes aproximadamente en las mismas longitudes de onda pero diferente intensidad; los cambios significativos se observan en 609, 675, 930 y 970 nm en mango Manila, y para el mango Ataulfo en 609, 675, 915 y 955 nm.

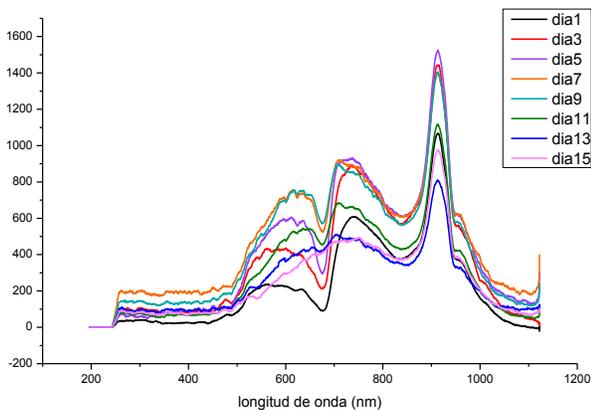


IMAGEN 5: Firmas espectrales del mango manila.

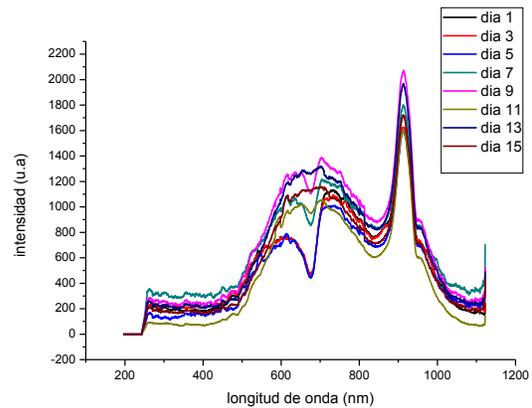


IMAGEN 6: Firmas espectrales del mango ataulfo.

A partir de esta información, se decidió hacer una relación entre dichas longitudes de onda, para determinar el día en el cual los cambios fueron importantes; para calcular la relación entre ambas longitudes de onda se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Indice} = \frac{\text{intensidad}_{\lambda \text{ pico } 1} - \text{intensidad}_{\lambda \text{ pico } 2}}{\text{intensidad}_{\lambda \text{ pico } 1} + \text{intensidad}_{\lambda \text{ pico } 2}}$$

La relación que más información nos da es entre los 675 y 970 nm en mango Manila, donde el cambio de signo en la pendiente a partir del día 5 nos indica el estado óptimo de madurez, (Gráfica 2) valor que concuerda con los resultados obtenidos mediante métodos destructivos.

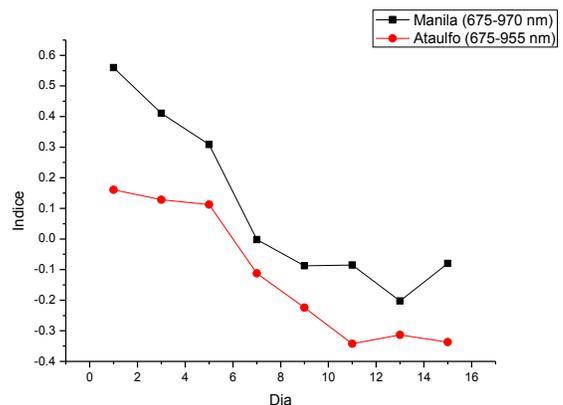


IMAGEN 7: Índices obtenidos de las firmas espectrales.

En el mango Ataulfo, la relación se hizo entre 675 y 955 nm, el cambio de signo en la pendiente sucede al día 7.

CONCLUSIONES

Los resultados en este trabajo indican que la información obtenida de las firmas espectrales tiene una relación con los valores de acidez titulable y grados brix.

Los cambios significativos se presentan el día 5 en mango Manila y el día 7 en mango Ataulfo, parámetros confirmados en ambos métodos de análisis de madurez (no destructivos y destructivos), por lo que el análisis mediante espectroscopia UV-VIS-NIR puede ser implementado para determinar la maduración de mangos.

Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales (como firmeza o producción de CO₂) a la par del análisis UV-VIS-NIR para reforzar la base de datos, además incrementar el número de muestras en experimentos posteriores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. María Elena Sosa Morales, coordinadora de la carrera de Ingeniería en alimentos (Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato – Salamanca, DICIVA) por sus valiosos consejos para las mediciones y por el préstamo del refractómetro usado durante este proyecto.

A la Universidad de Guanajuato por su apoyo.

REFERENCIAS

[1] SIAP-SAGARPA, 2010

[2] Jha S. N., Narsaiah K., Sharma A. D., Singh M., Bansal S., & Kumar R.(2009) Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement – a review. *Journal of Food Science and Technology*,47(1), 1–14.

[3] Gomez,A.H., Hu G.X., Wang,J.& Pereira, A.G (2006) Evaluation of tomato maturity by electronic nose. *Computers and Electronics in Agriculture*. 54(1), 44-52.

[4] Jha,S.N., Chopra S. & Kingsly A.R.P(2005) Determination of Sweetness of Intact Mango using Visual Spectral Analysis. *Biosystems Engineering*, 91 (2), 157–161.

[5]Quintero V.,Giraldo G.G, Lucas A.J & Vasco L.J (2013) Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica L.*) durante su proceso de maduración .*Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* , 11(1), 10 – 18.

[6] Wills, R. H. H., Lee, T. H., McGlasson, W. B., Hall, E. G., & Graham, D. (1984). "Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección". Ed. Acribia: Zaragoza

[7] Jha S.N., Narsaiah, P. K, Jaiswal, Bhardwaj R, Gupta, M. & Kumar R.(2014) Nondestructive prediction of maturity of mango using near infrared spectroscopy, 124, 152–157.