

Determinación de parámetros fisicoquímicos en jugos de frutas cítricas

J. A. Rodríguez-Arzave¹, A. L. Florido-Aguilar¹, M. A. Hernández-Torres¹.

¹ Departamento de Química, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. jarzave@hotmail.com

RESUMEN: Los jugos de frutas son bebidas refrescantes, sabrosas, saludables y completamente naturales entre cuyas bondades están el mantenernos hidratados además de aportar vitaminas, nutrientes y minerales necesarios para fortalecer nuestro organismo y mejorar nuestra salud en general. Esta investigación se planteó como objetivo determinar algunas características fisicoquímicas de jugos naturales preparados de cuatro frutas cítricas cultivadas en la zona noreste del país, para evaluar su calidad. Los jugos de limón persa, mandarina Murcott, naranja Valencia y toronja sangría presentaron un pH de 2.16, 3.61, 3.61 y 3.19; un 7.35, 14.62, 10.71 y 10.34°Brix de Sólidos solubles totales; 6.14, 1.12, 0.85 y 1.27% de Acidez titulable; 23.69, 29.10, 56.01 y 38.05 mg/100 ml de Ácido ascórbico y 1.20, 13.54, 12.76 y 8.21 de Índice de madurez, respectivamente. Los resultados obtenidos nos demuestran que los jugos de frutas cítricas cultivadas en noreste de México cumplen con los requisitos marcados en la legislación vigente por lo que son de buena calidad y constituyen una fuente valiosa de sustancias que benefician la salud.

Palabras clave: jugos, frutas cítricas, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT: Fruit juices are tasty, refreshing, healthy and completely natural beverages whose benefits include keeping us hydrated as well as provide nutrients, vitamins and minerals needed to strengthen the body and improve our health in general. The main objective of the present study was to determine some physicochemical properties of natural juices prepared from four citrus fruits grown in the North-Eastern area of México, to evaluate their quality. Persian lemon, Murcott mandarin, Valencia orange and Sangria grapefruit juices showed a pH of 2.16, 3.61, 3.61 and 3.19; an 7.35, 14.62, 10.71 and 10.34 °Brix of the total soluble solids; 6.14, 1.12, 0.85 and 1.27% titratable acidity; 23.69, 29.10, 56.01 and 38.05 mg/100 ml of Ascorbic acid content and 1.20, 13.54, 12.76 and 8.21 maturity index, respectively. The results obtained revealed that all the samples tested complied with the limits of the reference date of physicochemical parameters established on current Mexican legislation, so they are of good quality and constitute a valuable source of substances that benefit health.

Keywords: juices, citrus fruits, physicochemical properties.

Área: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN

Entre los vegetales, los árboles frutales del género *Citrus* incluidos en la familia Rutaceae constituyen uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo (Kubar, Miano y Miano, 2018). Sus frutos poseen un sabor dulce o agrídulce, son muy jugosos y aromáticos, ostentan un elemento común que es su alto valor en ácido cítrico (Alfadul y Hazan, 2016; Bembibre, 2015).

Existen diferentes variedades de *Citrus* siendo los más conocidos el limón, la naranja, toronja, mandarina y lima. Los jugos de frutos cítricos son altamente demandados por los consumidores no sólo por ser una bebida refrescante y deliciosa sino también por su valor nutritivo y contenido de vitaminas y minerales. Adicionalmente, son una fuente importante de sustancias bioactivas como son los compuestos fenólicos (glicósidos de flavanona, ácidos hidroxycinnámicos, naringina, naringenina), vitamina C y carotenoides, los cuales constituyen una fuente excelente de fitoquímicos antioxidantes (Pellicano, Giufffré, Zappia, Capocasale y Poiana, 2018; Nonga, Simforian y Ndabikunze, 2014). Estos micronutrientes con capacidad antioxidante proporcionan múltiples beneficios a la salud (Al-Juhaimi y Ghafoor, 2013) asociados con una reducción del riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con la edad como es el cáncer, diabetes, padecimientos cardiovasculares y trastornos autoinmunes (Matiashe, Mahara y Marume, 2014; Wan Marzuki, Abdullah, Muhammad, Othman y Jong, 2018).

Investigaciones recientes han señalado que, en nuestro país, el 96% de los mexicanos acostumbra beber jugo, de ellos, el 69% prefiere un jugo elaborado al momento con fruta natural y el 27% acostumbra consumir jugos envasados. Respecto a la frecuencia de consumo se constató que el 15% toma jugo de fruta diariamente y un 24 % suele hacerlo de 3 a 5 veces por semana. Los sabores preferidos por los encuestados fueron manzana para el 69%, mango 68% y naranja 57% (Mercawise, 2017). Los jugos preparados al momento son preferidos por los consumidores en muchos países debido a su sabor fresco y agradable; estas bebidas se preparan exprimiendo porciones del fruto de manera manual o empleando medios mecánicos (Nonga *et al.*, 2014).

Respecto a la calidad de los jugos se ha establecido que su evaluación debe considerar ciertas características fisicoquímicas como son el pH, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales, SST (°Brix), contenido de materia seca, cenizas, proteína cruda, ácido ascórbico, azúcares totales, azúcares reductores y la relación SST/AT (Kubar *et al.*, 2018; Nonga *et al.*, 2014).

Los frutos cítricos tienen una vida de anaquel muy limitada, se deterioran fácilmente, son perecederos y por su extrema sensibilidad al enfriamiento no pueden ser conservados en los cuartos fríos de las tiendas comerciales; para vencer esta problemática los frutos pueden ser procesados para obtener su jugo y posterior concentración, minimizando así el exceso en el mercado en su temporada alta de producción (Shamsudin, Buang y Aziz, 2015; Sindhu y Khatkar, 2018).

Tomando en cuenta la necesidad de disponer de jugos mínimamente procesados industrialmente, es recomendable llevar al consumidor productos que mantengan su calidad fisicoquímica similar a la del jugo fresco incluyendo el sabor, textura, color y propiedades nutritivas (Giuffre, Zappia y Capocasale, 2017). De igual manera, el conocimiento de los parámetros de calidad de los frutos cítricos permitirá no solo mantener sino penetrar nuevos mercados para exportación (Schwab, Ferreyra, Gerard y Davies, 2013).

Esta investigación se realizó con el objetivo de conocer la calidad de jugos frescos de cuatro frutas cítricas cultivadas en el noreste de México, evaluando parámetros fisicoquímicos como el pH, Acidez titulable (AT) como ácido cítrico, porcentaje de Sólidos solubles totales (SST) establecidos como °Brix, contenido de Ácido ascórbico y el Índice de madurez (RM) como la relación SST/AT.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra: consistió de cinco limones Persa sin semilla, cinco mandarinas Murcott, cinco naranjas Valencia y cinco toronjas Sangría; todas las frutas se adquirieron en tiendas de autoservicio ubicadas en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, durante los meses de febrero y marzo del presente año. Durante la compra, los frutos fueron revisados y se seleccionaron aquellos en óptimo estado de madurez, tamaño homogéneo y sin daños físicos o deterioro aparente.

Preparación de los frutos y extracción del jugo: los frutos fueron lavados exhaustivamente con agua corriente fría para remover tierra, suciedad y partículas de polvo. Se cortaron simétricamente en dos mitades y el jugo fue extraído manualmente exprimiendo la fruta. El jugo recogido se pasó a través de un cernidor para remover pulpa, semillas y otros sólidos; luego, se filtró a través de una capa de manta de cielo colocada sobre un colador. Una porción del jugo se centrifugó utilizando una centrifuga Hermes a 2,400 rpm durante 15 minutos y se recuperó el sobrenadante.

Métodos analíticos: el jugo fresco fue analizado inmediatamente después de su preparación, evaluándose diferentes propiedades fisicoquímicas incluyendo Acidez iónica (pH), Sólidos Solubles Totales (SST), Acidez titulable (AT), Contenido de Ácido ascórbico e Índice de madurez (RM). El pH se determinó conforme la Norma Mexicana NMX-F-317-S-1978, utilizando un potenciómetro Corning Modelo 430 equipado con un electrodo combinado y calibrado con buffers de pH=4.0 y pH=7.0. El

contenido de sólidos solubles totales se registró de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-103-1982, con la ayuda de un Refractómetro Abbe estandarizado previamente con agua destilada, los datos obtenidos se registraron como °Brix. La acidez titulable se evaluó acorde a la Norma Mexicana NMX-FF-011-1982, expresándose los resultados como gramos de ácido cítrico/100 mL de jugo. Los tres análisis descritos se realizaron por quintuplicado para cada muestra. El contenido de ácido ascórbico se determinó aplicando un micrométodo de titulación visible yodométrico, donde 1 mL del jugo filtrado y centrifugado se tituló contra una disolución de KIO₃ 0.001N, usando almidón al 0.4% p/v como indicador, hasta obtener un color azul-negro estable durante 30 segundos, los resultados se expresaron como mg de ácido ascórbico/100 mL de jugo de fruta. Se realizaron 10 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se resumen los datos obtenidos en los diferentes análisis fisicoquímicos efectuados a los jugos naturales preparados a partir de cuatro frutas cítricas diferentes.

Los valores de pH fluctuaron desde 2.16 para el jugo de limón hasta 3.61 para los jugos de mandarina y naranja. El jugo de limón mostró el pH más ácido siendo ligeramente mayor al valor de 1.96 encontrado por Sindhu y Khatkar (2018), pero muy similar al 2.32 registrado por Al-Juhaimi y Ghafoor (2013). Los jugos de mandarina, naranja y toronja exhibieron valores de pH entre 3.0 y 4.0 cumpliendo con las especificaciones señaladas en la Norma Mexicana NMX-F-118-1984. El pH del jugo de naranja exhibió una apreciable similitud al informado por Avalo *et al.*, (2009), quienes registraron un valor de pH= 3.63. El pH o acidez iónica mide solamente los iones hidrógeno libres en la solución; se ha señalado que las mediciones de pH se vinculan muy estrechamente con el sabor de los jugos cítricos dado que los iones H⁺ libres son los que interactúan con las papilas gustativas de la lengua (Segurondo, Pantoja y Rocha, 2013).

Tabla I. Características fisicoquímicas de jugos naturales preparados a partir de frutas cítricas				
Parámetro fisicoquímico	Jugo de fruta			
	Limón	Mandarina	Naranja	Toronja
Acidez iónica, pH	2.16 ± 0.10	3.61 ± 0.17	3.61 ± 0.15	3.19 ± 0.07
Sólidos Solubles Totales, SST (°Brix)	7.35 ± 0.98	14.62 ± 0.69	10.71 ± 0.90	10.34 ± 0.30
Acidez titulable, AT (mg/100 mL, ácido cítrico)	6.14 ± 0.62	1.12 ± 0.21	0.85 ± 0.08	1.27 ± 0.16
Ácido ascórbico (mg/100 mL)	23.69 ± 6.90	29.10 ± 5.38	56.01 ± 7.28	38.05 ± 2.78
Índice de madurez, RM (SST/AT)	1.20 ± 0.11	13.54 ± 2.34	12.76 ± 1.43	8.21 ± 0.98

Los datos se expresan como media ± DS (desviación estándar)

Respecto a los Sólidos Solubles Totales (SST), los valores obtenidos variaron entre 7.35°Brix en el jugo de limón hasta 14.62°Brix para el jugo de mandarina. El jugo de limón cumple con las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-FF-077-1996 que señala un valor mínimo de 6.8°Brix. Los jugos de naranja, mandarina y toronja exhibieron valores de SST que satisfacen la legislación mexicana; la Norma Mexicana NMX-F-118-1984 marca valores entre 10.5 – 13.5 para jugos de naranja, la Norma Oficial Mexicana NOM-173-SCFI-2009 indica valores mínimos de 11.8 para jugo de mandarina, en tanto que, la Norma Mexicana NMX-F-018-1968 señala un valor mínimo de 10°Brix para jugo de toronja. Los niveles relativos de sólidos solubles están relacionados con el sabor y la palatabilidad de los jugos de frutas cítricas, por lo que han sido considerados como un indicador de madurez y calidad del sabor (Al-Mouei y Choumane, 2014).

El análisis de Acidez titulable (AT) reveló que el jugo de limón presentó el valor más grande que fue de $6.14\% \pm 0.62$, sin embargo la Norma Mexicana NMX-FF-077-1996 indica que el resultado no debe ser menor del 7%, por ello, puede intuirse que los limones analizados habían superado recientemente la fase de maduración. Resultados inferiores al 7% también han sido observados por Alfadul y Hassan (2016) quienes obtuvieron valores de 5.36%. El jugo de naranja presentó un valor de AT de $0.85\% \pm 0.08$ que se ubica dentro del rango de 0.65% a 1.85% fijado por la Norma Mexicana NMX-F-118-1984. La AT del jugo de toronja fue de $1.27\% \pm 0.16$, que se sitúa dentro del rango 0.700% – 1.750% señalado por la Norma Mexicana NMX-F-018-1968. El jugo de mandarina Murcott mostró un valor promedio de AT de $1.12\% \pm 0.21$ que se ubicó dentro del rango 0.66 – 1.17 encontrado por Nescier, Santini, Alsina, Gariglio y Althaus (2014) en jugos de mandarinas Clemenules. Este parámetro mide el número total de hidrógeno de los ácidos, ya sea que se encuentren libres en la solución como iones H^+ o sin disociar (Segurondo *et al.*, 2013) y manifiesta el grado de acidez del jugo. La composición de ácidos orgánicos de los jugos reviste gran interés, pues influye notablemente sobre las propiedades sensoriales de la bebida (Schwab *et al.*, 2013).

El contenido de ácido ascórbico fluctuó entre 23.69 mg/100 ml para el jugo de limón hasta 56.01 mg/100 ml para el jugo de naranja. El contenido determinado en el jugo de limón concordó con el informado por Alfadul y Hassan (2016). En el jugo de naranja la cantidad es muy similar a la reportada por Al-Juhaimi y Ghafoor, (2013); sin embargo, el jugo de mandarina reveló una gran discrepancia con el reportado por los mismos autores, muy posiblemente esto se deba la variedad Kinnow que ellos utilizaron; no obstante, el contenido de 29.10 mg/100 ml registrado por las mandarinas estudiadas, reveló una gran analogía con el contenido promedio reportado por Al-Mouei y Choumane (2014) quienes analizaron doce variedades de mandarina. El contenido de ácido ascórbico en el jugo de toronja sangría coincidió con el informado por Al-Mouei y Choumane (2014) en toronjas Red Pumelo. La presencia de ácido ascórbico en los jugos estudiados confirma que estas bebidas constituyen una fuente importante de agentes antioxidantes.

El índice de madurez (RM) resulta de dividir los grados Brix (SST) entre el porcentaje de acidez titulable (AT); los jugos de naranja y toronja cumplen con los rangos establecidos por la legislación mexicana; los jugos de limón y mandarina presentaron valores que se ubican dentro de los rangos reportados por Al-Mouei y Choumane (2014). El RM representa una relación muy utilizada para determinar el estado de madurez en que se encuentra la pulpa de la fruta antes de la cosecha, asimismo, es un indicador del nivel de dulzura del fruto (Ariza, Tejacal, Beltrán, Ambriz, Lugo, Barrios y Barbosa, 2010). Este valor se incrementa a medida que la fruta avanza en su proceso de maduración natural, dado que los azúcares aumentan porque provienen de distintas partes de la planta a la fruta mientras que los ácidos disminuyen al ser utilizados en la respiración de la planta (Segurondo *et al.*, 2013).

BIBLIOGRAFÍA

- Alfadul, S. M., Hassan, B. H. 2016. Chemical Composition of Natural Juices combining Lemon and Dates. *International Journal of Food Engineering*, 2(1), 9-15.
- Al-Juhaimi, F. Y. & Ghafoor, K. 2013. Bioactive compounds, Antioxidant and Physico-chemical Properties of Juices from Lemon, Mandarin and Orange Fruits cultivated in Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Botany*, 45(4), 1193-1196.
- Al-Mouei, R., Choumane, W. 2014. Physiochemical Juice Characteristics of various *Citrus* species in Syria. *International Journal of Plant & Soil Science*, 3(9), 1083-1095.
- Ariza-Flores, R., Tejacal, I. A., Beltrán, M. N., Ambriz-Cervantes, R., Lugo-Alonso, A., Barrios-Ayala, A. & Barbosa-Moreno, F. 2010. Calidad de los frutos de naranja “Valencia” en Morelos, México. *Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha*, 11(2), 148-153.
- Avalo, B., Pérez, S., & Tovar, M. 2009. Caracterización preliminar del proceso de concentración del jugo natural de naranja en un evaporador de tres efectos. *Interiencia*, 34(11), 784-790.
- Bembibre, C. (15 de octubre, 2015). Importancia de los cítricos. Recuperado de <https://www.importancia.org/citricos.php>
- Consumo de Jugos en México. (10 de febrero 2017). Mercawise S de RL de CV. Recuperado de: <https://www.mercawise.com/blog/estudios-de-mercado/consumo-de-jugos-en-mexico/>
- Giuffrè, A. M., Zappia, C., & Capocasale, M. 2017. Physicochemical stability of blood orange juice frozen storage. *International Journal of Food Properties*, 20(52), S1930-S1943.
- Kubar, M. A., Miano, T. F., & Miano, T. F. 2018. Influence of Juice Extraction Methods on Physicochemical and Sensory Properties of *Citrus* Fruit Juice. *EC Agriculture*, 4(1), 50-61.
- Nescier, I., Santini, Z. G., Alsina, D., Gariglio, N. & Althaus, R. 2014. Calidad de mandarinas Clemenules. *Revista FABICIB (Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas)*, 18, 128-134.
- Matiashe, I., Mahara, P. & Marume, P. 2014. Development of Lemon and lime nectar at Mazoe Citrus Estate, Zimbabwe. *International Organization of Scientific Research Journal of Engineering*, 4(1), 51-60.
- NMX-F-018-1968. ALIMENTOS. CALIDAD PARA JUGO DE TORONJA. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- NMX-F-103-1982. ALIMENTOS. FRUTAS Y DERIVADOS. DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX. FOODS. FRUITS AND DERIVATIVES. DETERMINATION OF DEGREES BRIX. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- NMX-F-118-1984. ALIMENTOS PARA HUMANOS. BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS JUGO DE NARANJA ENVASADO. FOODS FOR HUMANS. SOFT DRINKS. CANNED ORANGE JUICE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- NMX-F-317-S-1978. DETERMINACIÓN DE pH EN ALIMENTOS. DETERMINATION OF pH IN FOODS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS
- NMX-FF-011-1982. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS, PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE. MÉTODO DE TITULACIÓN. NON INDUSTRIALIZED FOOD PRODUCTS FOR HUMAN USE. FRESH FRUIT. DETERMINATION OF TITRABLE ACIDITY. TITRATION METHOD. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS
- NMX-FF-077-1996. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO FRUTA FRESCA. LIMÓN PERSA (*Citrus Latifolia* L.) ESPECIFICACIONES. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- Nonga, H. E., Simforian, E. A., & Ndabikunze, B. K. 2014. Assessment of physicochemical characteristics and hygienic practices along the value chain of raw fruit juice vended in Dar es Salaam City, Tanzania. *Tanzania Journal of Health Research*, 16(4), 1-12.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-173-SCFI-2009, Jugos de frutas preenvasados-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Pellicano, S. V., Giuffrè, T. M., Zappia, A. M., Capocasale, M. y Poiana, M. 2018. Physical chemical properties and antioxidant capacities of grapefruit juice (*Citrus paradisi*) extracted from two different varieties. *International Food Research Journal*, 25(5), 1978-1984.
- Schvab, M. del C., Ferreyra, M. M., Gerard, L. M. & Davies, C. V. 2013. Parámetros de calidad de jugos de naranja entrerrianas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(1), 85-92.
- Segurondo-Loza, R., Pantoja, M. R. & Rocha, E. 2013. Determinación de la genuinidad en jugos de naranja comercializados en los supermercados de la ciudad de La Paz. *Revista Con-Ciencia*, 1(1), 105-112

- Shamsudin, R., Buang, S. & Aziz, N. A. 2015. Effect of Different Extraction Methods on the Physicochemical Properties of Pomelo Juice. *Chemical Engineering Transactions*, 44, 265-270.
- Sindhu, R., & Khatkar, B. S. 2018. Effects of Chemical Treatments on Storage Stability of Lemon (Citrus Limon) Juice. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(2), 76-79.