



Physicochemical quality of lime and lemon commercial concentrates and its effect on final product standardization

Calidad fisicoquímica de concentrados de lima y limón comerciales y su efecto en la estandarización de producto

Manuel Octavio Ramírez-Sucre^{1,2,*}, Teresa del Rosario Ayora-Talavera¹, Ingrid Mayanin Rodríguez-Buenfil¹, Élida Gastélum-Martínez¹.

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ) –Unidad Sureste, Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. Mérida, Yucatán.

²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ) –ADESUR, Blvd. de las Naciones Unidas 1707 int. 27 col. La Zanja, Acapulco, Guerrero. [*oramirez@ciatej.mx](mailto:oramirez@ciatej.mx)

ABSTRACT

Physicochemical parameters of commercial concentrates of lime (CLA) and lemon (CLO) with different dates of manufacture (between 2013 and 2014) were quantified. Significant differences in the acidity (CLA=1.55-2.50g of citric acid/100g of sample; CLO= 2.20-2.52g of citric acid/100g of sample), in contrast to the pH were obtained (CLA=2.25-2.30; CLO=2.15-2.25). The soluble solids showed the highest variability, variability was more pronounced in the CLO samples (CLA=46.5-47.5%; CLO=45.5-50.5%). Of the color parameters evaluated, the lightness (L*) was the most homogeneous (CLA=51.5-53.5; CLO=46.7-55.3), however, the critical parameter in the CLA was b* (16.5-22.7) while CLO presented two: a* and b* (-0.13-2.08 and 12.7-30.1, respectively). All physicochemical tests (except pH) showed the need of a process that carried out standardization of the final product that positively impact the acceptability and consumer acquisition without affecting the levels of preference.

Keywords: Standardization, citric concentrates, physicochemical properties, colorimetry.

RESUMEN

Se cuantificaron parámetros fisicoquímicos de concentrados de lima (CLA) y de limón (CLO) comerciales con distintas fechas de elaboración (entre 2013 y 2014). Se obtuvieron diferencias significativas en la acidez (CLA=1.55-2.50g de ácido cítrico/100g de muestra; CLO= 2.20-2.52g de ácido cítrico/100g de muestra), en contraste con el pH (CLA=2.25-2.30; CLO=2.15-2.25). Los sólidos solubles presentaron la mayor variabilidad siendo la más marcada la de CLO (CLA=46.5-47.5%; CLO=45.5-50.5%). De los parámetros de color evaluados, la luminosidad (L*) fue el parámetro más homogéneo (CLA=51.5-53.5; CLO=46.7-55.3), sin embargo, el parámetro crítico en los concentrados CLA fue el b* (16.5-22.7) mientras que CLO presentó dos: a* y b* (-0.133-2.08 y 12.7-30.1, respectivamente). Todas las pruebas fisicoquímicas (excepto pH), evidenciaron la necesidad de un proceso en el que se lleve a cabo una estandarización del producto

comercial final que impacte de manera positiva la aceptabilidad y adquisición del consumidor sin afectar sus niveles de preferencia.

Palabras clave: Estandarización, concentrados cítricos, propiedades fisicoquímicas, colorimetría.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los dos mayores productores de cítricos son Brasil y Estados Unidos, participando respectivamente con el 21.4 % y el 14.5% de la producción mundial. Le siguen en importancia China, México, España e India, representando en conjunto el 27.6% del total mundial (Sánchez *et al.*, 2012). En México los cítricos constituyen un producto agrícola básico que se destina para su consumo en fresco, y a nivel industrial, son la base para jugos en polvo y concentrados (Colecio-Juárez *et al.*, 2012.). Los principales cítricos cultivados en México son naranja dulce (*Citrus sinensis*), limón (*C. limon*), toronja (*C. grandis*), mandarina (*C. reticulata* Blanco) y lima persa (*C. latifolia*) (Rocha-Peña *et al.*, 2005). Los principales estados productores de cítricos fueron hasta 2011, Durango, Nayarit, Baja California Sur, Sonora y Yucatán. El Estado de Yucatán ocupa actualmente el primer lugar en la producción nacional de cítricos con una producción en incremento desde 2012 (847.65 t) y hasta 2014 con 1,171.54 t (datos disponibles hasta 2014) que representa el 89.3% de la producción nacional (SIAP, 2015). Asimismo, Yucatán constituye uno de los 11 productores más importantes de lima en el país (SIAP-SAGARPA, 2013) con una superficie de 8.45ha cuyo valor fue de 3,212.70\$/t hasta 2013 (el 7º en el país). El proceso que se sigue actualmente en el proceso de elaboración de los concentrados es el siguiente: el fruto es lavado, luego es exprimido para la obtención de jugo, que posteriormente entra en un proceso de refinamiento, luego el jugo refinado se coloca en envases para su almacenamiento en congelación (-20.0º C aprox.). Este jugo pasa posteriormente por una descongelación a temperatura de refrigeración (4.0º C). Para luego ser trasvasado a un tanque de mezclado en el que se agregan agua, edulcorantes, conservadores y otros ingredientes para su posterior pasteurización por calor a altas temperaturas. Por otro lado, actualmente, los productos alimentarios cruzan las fronteras nacionales por lo que cada una de las etapas de la cadena de suministro requieren de controles para la estandarización de los productos que saldrán al mercado. Aunque existen diferentes regulaciones que crean confianza en los consumidores sobre los productos que consume mediante el aseguramiento de la calidad alimentaria, seguridad y eficiencia en el manejo del alimento (ISO, 2014), los tipos de bebidas cítricas comerciales son muchos y muy variados y difieren en su composición fisicoquímica debido a la formulación (ingredientes como gomas, conservadores, colores artificiales y azúcar adicionada) lo que las hace susceptibles en el cumplimiento de estas regulaciones.

Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue de cuantificar los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable total, sólidos solubles totales y color) de concentrados de lima (CLA) y de limón (CLO) comerciales con distintas fechas de elaboración (CLA: 30/09 [2013]; 19/01, 21/01 y 29/01 [2014]; CLO: 15/08, 07/11, 06/12 [2013] y 22/01 [2014]) con el propósito brindar una estandarización que permita producir un producto comercial de alta calidad en una empresa regional.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestras

Muestras de concentrados cítricos (2.7L) de lima (CLA) y de limón (CLO) elaboradas en distintas fechas entre los años 2013 y 2014 fueron proporcionadas por una empresa local y mantenidas en refrigeración ($4.0^{\circ}\text{C} \pm 0.5$) por un día hasta sus análisis posteriores.

2.2 Análisis fisicoquímicos

Los valores de pH se determinaron de acuerdo con lo establecido por el método oficial de la AOAC 981.12, mediante el uso de un potenciómetro (HI3222-01, HANNA Instruments, EEUU). Asimismo, para la determinación de la acidez titulable se emplearon los métodos oficiales de la AOAC 942.15 y la Norma Mexicana NMX-F-102-S-1978, dicha acidez fue expresada como g de ácido cítrico/100mL de muestra. Para la determinación de sólidos solubles totales (SST) se empleó un refractómetro digital (ABBE NAR-1T LIQUID, ATAGO, Japón) siguiendo el método de la norma NMX-FF-015-1982 donde los valores obtenidos de las muestras de ambos concentrados fueron incrementados en 0.40 unidades (de acuerdo con la norma) debido a la temperatura de las muestras ($25^{\circ}\text{C} \pm 0.5$). Las muestras de concentrados CLA y CLO fueron analizadas para determinar el color mediante un colorímetro (MiniScan EZ4500L, HUNTERLAB, EEUU) para estimar los parámetros del sistema CIELAB: L^* , que representa la luminosidad (0=negro y 100=blanco); a^* (+a=tonos rojos y -a=tonos verdes) y b^* (+b=tonos amarillos y -b=tonos azules).

2.3 Análisis estadístico

Las variables de respuesta identificadas como propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos totales y color) fueron estadísticamente examinadas con el software estadístico de Minitab (v.15, Minitab Inc., PA, USA). El análisis estadístico y la significancia del modelo se realizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) mediante una prueba de Tukey's ($p<0.05$).

3. RESULTADOS

El concentrado de lima (CLA) y el concentrado de limón (CLO) presentaron diferencias significativas entre lotes en los valores de acidez, en contraste con los de pH, con respecto a la fecha de elaboración (**Fig. 1**).

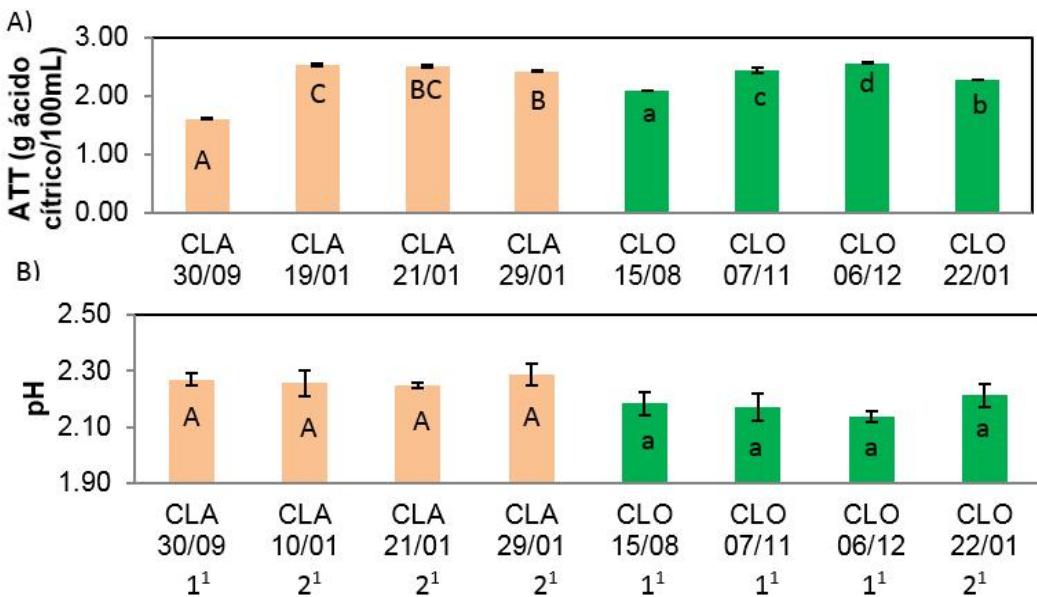


Fig. 1. Concentrados de lima (CLA [Día/Mes]) y limón (CLO [Día/Mes]) con distintas fechas de elaboración: A) Acidez Titulable Total (ATT) y B) Sólidos solubles (%)².

¹ 1: 2013, 2: 2014

² Letras diferentes representan muestras significativamente diferentes (mayúsculas: CLA y minúsculas: CLO)

Por otro lado, las mediciones de los sólitos solubles totales (SST) de CLA presentaron un intervalo de 46.65 a 47.83% mientras que para CLO el intervalo presentado fue de 45.93 a 50.40% (**Fig. 2**).

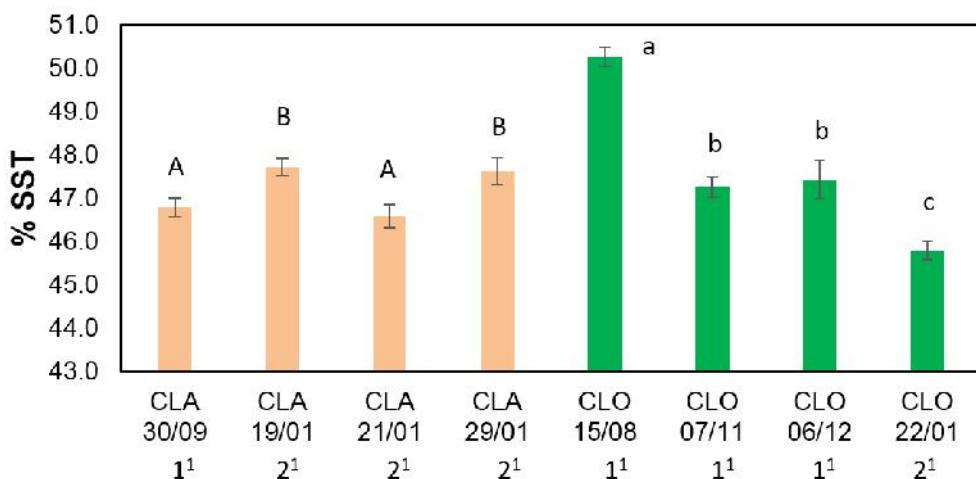


Fig. 2. Sólidos solubles (SST) (%) de concentrados de lima (CLA) y limón (CLO). Día/Mes de producción²

¹ 1: 2013, 2: 2014

² Letras diferentes representan muestras significativamente diferentes (mayúsculas: CLA y minúsculas: CLO)

Asimismo, el color presentó igualmente diferencias significativas para CLO con intervalos de valores de L^* , a^* y b^* de 46.7-55.3; -0.13-2.08 y 12.7-30.1, respectivamente, mientras que para CLA, los intervalos encontrados fueron L^* :51.5-53.5, a^* :-0.25- -1.40 y b^* :16.5-22.7) (**Tabla 1**).

Tabla 1. Parámetros de color de concentrados de lima (CLA) y limón (CLO).

Muestra	Fecha producción	L*	a*	b*
CLA1	30/09/2013	52.0±0.03 ^a	-0.253±0.01 ^a	22.7±0.02 ^a
CLA2	19/01/2014	52.9±0.14 ^b	-0.833±0.02 ^b	18.3±0.21 ^b
CLA3	21/01/2014	51.5±0.04 ^c	-0.803±0.01 ^b	18.7±0.02 ^b
CLA4	29/01/2014	53.8±0.02 ^d	-1.403±0.01 ^c	16.5±0.01 ^c
CLO1	15/08/2013	51.1±0.01 ^e	-0.133±0.01 ^d	21.6±0.01 ^d
CLO2	07/11/2013	46.7±0.03 ^f	2.079±0.01 ^e	30.1±0.01 ^e
CLO3	06/12/2013	49.9±0.10 ^g	-1.160±0.02 ^f	20.2±0.02 ^f
CLO4	22/01/2014	55.3±0.02 ^h	-1.650±0.01 ^g	12.7±0.01 ^g

¹ Letras diferentes representan muestras significativamente diferentes entre columnas

4. DISCUSIONES

El pH fue el único parámetro que se estandarizó correctamente mientras que los demás parámetros (acidez, sólidos totales y color) no presentaron valores estandarizados (homogéneos). El pH de las muestras de CLA (2.25) fueron ligeramente superiores a las muestras de CLO (2.15) similares a otros concentrados cítricos cuyo pH se reporta de 2.0-2.6 (Akman holding, 2015). La acidez en los concentrados CLA elaborados en 2014 fueron homogéneos (2.43-2.54g ácido cítrico/100mL), aunque presentan diferencias significativas estadísticamente, asimismo presentaron una mayor acidez que la muestra elaborada en 2013 (1.61g ácido cítrico/100mL). Esto implica probablemente procesos metabólicos de crecimiento microbiano que incrementaron la acidez en los primeros; en contraste todas las muestras de CLO presentaron diferencias significativas ($p<0.05$), inclusive aquellas elaboradas en el mismo año (Fig. 1A) aunque con poca variabilidad (2.09-2.57 g ácido cítrico/100mL).

Para estandarizar con precisión un producto, cada lote debe ser evaluado inicialmente para determinar la cantidad de los diversos componentes químicos presentes (Shan *et al.*, 2007), determinando su calidad fisicoquímica, nutrimental y sensorial inclusive. De igual manera se observaron los valores de los sólidos totales con una baja heterogeneidad (46.65-47.83%) para CLA, en contraste con los CLO que presentaron alrededor de 5.0% de diferencia (45.93-50.4%) (Fig. 2). Esto implica un proceso más estandarizado y de mayor control de calidad para la fabricación de CLA que para la producción de CLO. Esto correspondió con la definición del Codex Alimentario (2005) de concentrado donde menciona que se trata de jugo exprimido mecánicamente al que se ha eliminado físicamente agua para elevar el nivel de grados Brix al menos en un 50%. Otros concentrados de limón reportan valores ligeramente menores en este parámetro 40.0-42.0% (Akman holding, 2015). Dentro de los parámetros de color, la luminosidad fue el parámetro más homogéneo en ambos concentrados, sin embargo, el parámetro crítico fue el b* en los concentrados CLA, que presentó un amplio intervalo (16.5-22.7) mientras que para los CLO fueron los parámetros a*, que presentó valores negativos, es decir, presentó colores verdes, excepto CLO2 (2.08); que presentó tendencia hacia los colores rojizos, y b*, con diferencias significativas y valores en un amplio intervalo (12.7-30.1), siempre hacia colores amarillos. El cambio en el color es a menudo identificado por los consumidores y asociado con cambios indeseables de textura y sabor (Matiashe *et al.*, 2014).

Con base en estos resultados se puede concluir que el control de los parámetros fisicoquímicos no es adecuado para CLO y por lo tanto el producto no presentó características homogéneas de calidad fisicoquímica. La falta de estandarización debe ser tomada en cuenta en el diseño del proceso, especificando los valores que se requieren alcanzar en todos los parámetros (pH, acidez, cantidad de sólidos y color). Por otro lado, el concentrado de lima es único en su tipo, sin embargo, se encontró una mejor estandarización de este producto. La estandarización de las propiedades fisicoquímicas son necesarias en el producto para obtener una vida de anaquel prologada (Matiashe *et al.*, 2014) y requeridas por el consumidor que ve afectado sus niveles de preferencia, impactando negativamente en la aceptabilidad del producto y en su adquisición, debilitando el valor agregado de las bebidas en el mercado. Debido a lo anterior es necesario implementar un plan/programa de estandarización de control de calidad en la empresa, ya que una estandarización adecuada de producto asegura niveles consistentes y adecuados de los componentes clave (junto con la ausencia de constituyentes o contaminantes no deseados) (Shan *et al.*, 2007) y constituye además, un requisito esencial en las regulaciones mundiales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa por proporcionar las muestras analizadas para en el presente estudio y que se mantendrá anónima.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- AOAC. 942.15. 1984. Acidez (titulable) de productos de frutas. Association of Official and Analytical Chemists. D. C. EE.UU
- AOAC. 981.12. 1984. Método general del Codex para la determinación del pH. Association of Official and Analytical Chemists. D. C. EE.UU
- Akman holding. 2015. Data Sheet. Technical Specifications. Disponible en: <http://ersu.com.tr/en/download/konsantre/en/limonsuyukonsantresi.pdf>
- Codex Alimentario. 2005. Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005).
- Colecio-Juárez, M. C., Rubio-Núñez, R. E., Botello-Álvarez, J. E., Martínez-González, G. M., Navarrete-Bolaños, J. L. & Jiménez-Islas, H. 2012. Characterization of volatile compounds in the essential oil of sweet lime (*Citrus limetta* Risso). Chilean Journal of Agricultural Research. 72(2): 275-280.
- ISO (International Organization for Standardization). 2014. ISO Standards and food. Disponible en: http://www.iso.org/iso/home/news_index/iso-in-action/food.htm

Matiaste, I., Mahara P., & Marume P. 2014. Development of Lemon and lime nectar at Mazoe Citrus Estate, Zimbabwe. IOSR Journal of Engineering. 4(1): 51-60.

NMX-FF-015-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano. Fruta fresca. Determinación de sólidos solubles totales. Non industrialized food products for human use. Fresh fruit. Determination of total solubles solids. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma mexicana. Dirección General de Normas.

Rocha-Peña, M. A., Lopez- Arroyo, J. I., Peña del Río, M. A. & Almeida-Leon, I. H. 2005. Current situation on citrus virus and virus-like disease and their vector in Mexico. Sixteenth IOCV Conference.

Sánchez C.A., González F.T., Uc V.A., Álvarez H.A.H., Padilla C.E., Canales A.A.A., Godoy Z.M., Flores M.J.L., Ireta M.M.C. & Rodríguez B.I. 2012. Investigaciones realizadas para fortalecer el sector citrícola. En: CIATEJ: Una década de investigación e innovación en el sureste de México. Rodríguez B.I. & González F.T., (Eds.) México: Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Yucatán, FOMIX. 303p. ISBN 978-607-9060-11-4.

Shan, J.J., Rodgers, K., Chien-Tsai L. & Sutherland, S.K. 2007. Challenges in Natural Health Product Research: The Importance of Standardization. Proceedings of the Western Pharmacology Society. 50: 24-30.

SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Anuario Estadístico de la producción agrícola. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>.