

ESTUDIO DE CONSERVACIÓN DE AGUAS SABORIZADAS DE NARANJA-CÚRCUMA Y PIÑA-CÚRCUMA

Ariel Ortega-Luis, Deyanira de la Caridad Fortes, Isbel Martínez-Acevedo, Cira Duarte-García, Lianet Jiménez-Soto y
Eva Sevillano-Armesto*

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 1/2, La Habana, C.P. 17100, Cuba.

E-mail: ariel@iiaa.edu.cu

Recibido: 05-05-2022 / Revisado: 10-05-2022 / Aceptado: 14-05-2022 / Publicado: 21-05-2022

RESUMEN

El agua saborizada con fructooligosacáridos (FOS) constituye un producto desarrollado en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia y se requiere conocer su conservación, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la conservación de las aguas saborizadas con FOS de piña-cúrcuma y naranja-cúrcuma por un período de seis meses, envasado en frascos de tereftalato de polietileno a temperatura ambiente. Los FOS en el agua saborizada de naranja-cúrcuma no sufrieron hidrólisis durante su conservación; mientras que en el agua saborizada de piña-cúrcuma mantuvo el 75 % de la concentración inicial. El agua saborizada de naranja-cúrcuma presentó 70 mg/L de cloruros, pH de 4,6 y una dureza total de 236 mg/L expresada como CaCO₃, además de 100 mg/L de sólidos totales. Mientras que la de piña-cúrcuma, tuvo 71 mg/L de cloruros, pH de 4,1; dureza total es de 232 mg/L expresada como CaCO₃ y 100 mg/L de sólidos totales. Los productos no se afectaron microbiológicamente durante el tiempo de estudio y obtuvieron un criterio de calidad global buena.

Palabras clave: agua saborizada, fructooligosacáridos, extracto de cúrcuma.

ABSTRACT

Conservation study of orange-turmeric and pineapple-turmeric flavored waters

The water flavored with fructooligosaccharides (FOS) constitutes a product developed at the Research Institute for the Food Industry and it is required to know its conservation, so the objective of this work was to evaluate the conservation of the waters flavored with FOS from pineapple-turmeric and orange-turmeric for a period of six months, packed in polyethylene terephthalate jars at room temperature. The FOS in the orange-turmeric flavored water did not undergo hydrolysis during storage; while in the pineapple-turmeric flavored water it maintained 75% of the initial concentration. The orange-turmeric flavored water presented 70 mg/L of chlorides, pH of 4.6 and a total hardness of 236 mg/L expressed as CaCO₃, in addition to 100 mg/L of total solids; while that of pineapple-turmeric, had 71 mg/L of chlorides, pH of 4.1; total hardness was 232 mg/L expressed as CaCO₃, and 100 mg/L of total solids. The products were not affected microbiologically during the study time and obtained a good global quality criterion.

Keywords: flavored water, fructooligosaccharide, turmeric extract.

INTRODUCCIÓN

Las aguas saborizadas han surgido hace poco tiempo como alternativa saludable a los refrescos, ya que no tienen sustancias químicas perjudiciales y en muchos casos, el contenido de azúcar es notablemente inferior (1). Su consumo mundial ha tenido un fuerte desarrollo en los últimos años. Es la segunda mayor categoría de bebidas sin alcohol con un volumen de millones de litros y está reduciendo rápidamente la brecha con las bebidas carbonatadas, actuales líderes a nivel global. Las regiones que contribuyen en mayor medida al volumen total de agua envasada saborizada son Europa occidental y Norteamérica. Inicialmente, el consumo per cápita era de 0,8 L/año, mientras que en la actualidad ha alcanzado aproximadamente los 22,4 L/año (2).

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es de origen asiático, pertenece a la familia Zingiberaceae y es cultivada principalmente en China, India, Indonesia, Jamaica y Perú (3, 4). La cúrcuma posee propiedades medicinales, las cuales son atribuidas principalmente al conjunto de compuestos fenólicos contenidos en dicho rizoma (curcuminoides) (5). La curcumina es el principal polifenol curcuminóide encontrado en la cúrcuma, presenta propiedades medicinales y farmacológicas, es de color amarillo en medio ácido (pH 2,5 a 7) y rojo en medio básico (pH > 7) y resulta soluble en etanol, metanol, hexano y acetona (6). Además es un potencial agente protector contra varias enfermedades crónicas tales como son el cáncer, infección por VIH, enfermedades neurológicas, cardiovasculares y de la piel; ha obtenido atención debido a sus propiedades como antioxidante, anticancerígeno y antiinflamatorio (7, 8).

Los fructooligosacáridos (FOS) son prebióticos no digeribles que afectan de manera beneficiosa al hospedero, estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de una o más bacterias del colon, contribuyendo así al incremento de la salud del hospedero (9). Su resistencia a temperaturas elevadas igualmente supera la sacarosa, mantienen estabilidad a pH de 4-7 y a temperatura de refrigeración por 12 meses (10). En el IIIA se han desarrollado varios productos en los que se ha utilizado fructooligosacáridos, demostrando que su actividad prebiótica influye positivamente en la calidad de los mismos, estos productos son leche fermentada y aguas saborizadas de limón y naranja-cúrcuma (11-14).

Dado el bajo aporte de calorías que le confieren los FOS a las aguas saborizadas y sus diversos beneficios, se hace necesario conocer el grado de degradación que puedan sufrir estos azúcares, así como la calidad microbiológica de estas bebidas durante un tiempo determinado.

Por las razones antes expuestas el objetivo del trabajo fue evaluar la conservación de las aguas saborizadas con FOS de piña-cúrcuma y naranja-cúrcuma durante seis meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto de Aromas (PPV), del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, con la colaboración del Centro Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Sancti Spíritus.

Las aguas saborizadas de naranja y piña, ambas con extracto de cúrcuma fueron preparadas con las siguientes materias primas: agua mineral natural (Empresa Ciego Montero, Pinar del Río), FOS en forma de jarabe prebiótico (CIGB Sancti Spíritus), con un porcentaje de (nistosa y kestosa) de 56 % m/m. Se utilizó como preservante sorbato de potasio (Best Biochemical Corp., Nantong, China) y ácido cítrico anhidro (Weifang Ensign Industry Co., China). Extracto de cúrcuma, saborizantes de naranja AN-19 y de piña PH elaborados en la Planta de Aromas del IIIA.

Al jarabe prebiótico se le determinó densidad a 20 °C (15) y sólidos solubles (16) a 20 °C; al extracto de cúrcuma, saborizantes de piña y de naranja se le evaluaron la densidad a 20 °C (15) e índice de refracción (17); mientras que al sorbato de potasio y ácido cítrico se le determinaron la inspección visual y pureza establecida por el fabricante.

En la preparación del agua saborizada se adicionaron las materias primas en el siguiente orden: agua mineral, sorbato de potasio, ácido cítrico, jarabe prebiótico, extracto de cúrcuma y saborizante de piña o de naranja, en un recipiente de vidrio de 5 L, previamente esterilizado, el cual fue agitado durante 15 min logrando un producto homogéneo. Se envasó en frascos de tereftalato de polietileno de 500 mL en un cuarto de siembra a 20 °C, en condiciones asépticas y tomando todas las medidas sanitarias. El producto final fue almacenado a temperatura ambiente (≈ 30 °C).

El muestreo se realizó mensualmente tomando cinco muestras de aguas de cada sabor, tres de ellas para análisis microbiológicos y sensoriales, una para análisis físicos y químicos, y una muestra fue congelada para evaluar el FOS en el CIGB de Sancti Spíritus.

En las aguas saborizadas se determinó pH (18), cloruros (método argentométrico 4500-Cl-B) (19), dureza total (valoración con EDTA 2340 C) (19) y sólidos totales (método 2540 B) (19).

La presencia y cuantificación del contenido prebiótico se realizó mensualmente durante seis meses, con la técnica operatoria para la determinación de carbohidratos establecida por el CIGB: se tomaron muestras de cada tiempo para cada una de las aguas saborizadas. Se aplicaron 20 μ L de cada una en una columna Aminex HPX 42-C (BioRad, Richmond), con

un flujo de trabajo de 0,5 mL/min, una presión de aproximadamente 5,2 MPA y una temperatura de 85°C. El disolvente fue agua purificada y desionizada. Se empleó un detector de índice de refracción Knauer Differential-Refractometer. Los resultados se analizaron con ayuda del paquete informático BioCrom, ver. 3.0 (CIGB, 1996-1997).

En las aguas saborizadas se determinaron hongos y levaduras (20), coliformes termo-tolerantes (21), coliformes (22). La evaluación de los resultados se realizó comparando con los límites establecidos en la norma de contaminantes microbianos (23).

La evaluación sensorial se hizo con seis catadores adiestrados, quienes aplicaron el método de impresión general de la calidad (24), para describir las características de color, olor y sabor sobre la base de un dictamen de calidad sensorial con una escala estructurada con cinco categorías donde: 5 fue excelente; 4, buena; 3, aceptable; 2, insuficiente y 1 correspondió a pésimo. En el primer rechazo de las muestras por parte de los evaluadores, criterio 2 o 1, se disminuyó el tiempo de evaluación hasta corroborar en las muestras siguientes el criterio de rechazo. La evaluación se realizó en una sala de cata con las condiciones mínimas establecidas (25).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los saborizantes presentaron un índice de refracción y densidad en correspondencia con la especificación (Tabla 1); lo mismo sucedió con el jarabe prebiótico cuya densidad y sólidos solubles se enmarcan con lo establecido por el productor. Los valores de pureza del ácido cítrico y del sorbato de potasio se correspondieron con los valores reportados por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), 1992.

Los resultados del pH de las aguas saborizadas (Tabla 2) evidencian un producto ácido, esto se debe a la incorporación del ácido cítrico que ayuda a la obtención de una acidez uniforme en la bebida, aumentando la eficacia del conservante utilizado, además resalta y complementa los sabores de piña y naranja.

Tabla 1. Caracterización de las materias primas

Materia prima	Ensayo	Resultado
Extracto de cúrcuma	Índ. refracción Densidad (g/mL)	1,365 (0,01) 0,8186 (0,01)
Sabor naranja AN-19	Índ. refracción Densidad(g/mL)	1,3590 (0,005) 0,9065 (0,005)
Sabor piña PH	Índ. refracción Densidad (g/mL)	1,3680 (0,005) 0,8213 (0,005)
Ácido cítrico	Inspección visual Pureza (%)	Polvo cristalino blanco 99,5
Sorbato de potasio	Inspección visual Pureza (%)	Polvo cristalino blanco 99,0
Fructooligosacáridos	Densidad (g/mL) Sólidos solubles (°Brix)	1,3866 (0,01) 74,36 (1,20)

n = 3, valor medio (desviación estándar).

Tabla 2. Caracterización de las aguas

Índice	Naranja-cúrcuma con FOS	Piña-cúrcuma con FOS	Agua potable límite máximo admisible*
pH	4,1 (0,1)	4,6 (0,1)	6,5 a 8,5
Dureza total (mg/L, como CaCO ₃)	236 (14)	232 (14)	400
Cloruros (mg/L)	70 (0,7)	71 (0,6)	250
Sólidos disueltos totales (mg/L)	100 (15)	100 (16)	1000

n=3, valor medio (desviación estándar); *Mayor valor admisible según la norma (32).

Los valores de dureza total se encontraron por debajo de los límites de la norma, lo cual permitió confirmar que las aguas analizadas se caracterizan como muy duras, lo que quiere decir, que la concentración de minerales expresada en carbonato de calcio (por ser el elemento predominante) es mayor a 180 mg/L según la clasificación establecida por la

Organización Mundial de la Salud (2006). A pesar de esta clasificación, las aguas no presentaron turbidez ni sedimentos ante la inspección visual. La concentración de cloruros está por debajo del límite establecido y no suponen un riesgo para la salud humana. Los sólidos totales disueltos están en correspondencia principalmente con la cantidad de FOS incorporado. Además, dichos valores se encuentran comprendidos dentro de la norma.

La concentración de FOS durante el estudio de conservación del agua saborizada de naranja-cúrcuma (Fig. 1), muestra como la fracción prebiótica del jarabe, constituido por nistosa y kestosa, a los seis meses presenta una concentración del 100 % original, es decir, no ocurrió hidrólisis durante los meses de estudio. En cambio, la sacarosa en el jarabe prebiótico se hidrolizó antes de los 14 días, lo que justifica la tendencia al aumento de la glucosa y fructosa.

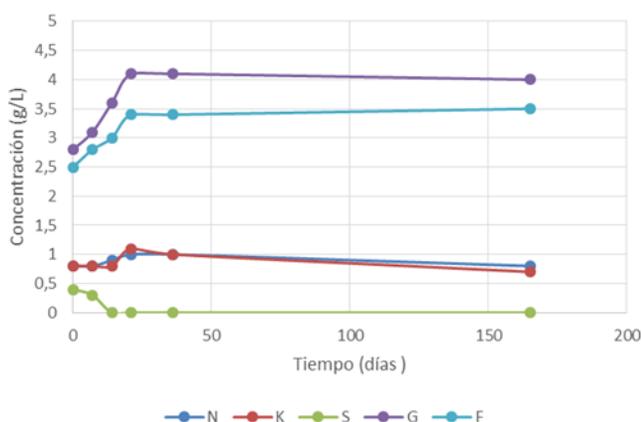


Fig. 1. Concentración de FOS en agua saborizada de naranja-cúrcuma
N: nistosa, K: kestosa, S: sacarosa, G: glucosa, F: fructosa.

En el agua saborizada de piña-cúrcuma (Fig. 2) se evidencia una disminución de nistosa (de 1,4 a 1,1 g/L) y kestosa (de 1,0 a 0,7 g/L). El FOS inicial se hidrolizó un 25 % resultando ser 0,6 g/L del FOS inicial, estas afectaciones pueden estar dadas por la concentración del ácido presente, que mantiene al producto en un pH cercano a 4 (pH de 4,1), lo cual favorece la formación de azúcares reductores por hidrólisis, debido a un aumento en la concentración de iones H⁺ (26-28). Las concentraciones de sacarosa y glucosa no cambiaron, mientras que la fructosa aumentó hasta 0,4 g/L. Del análisis anterior se puede plantear que el agua saborizada de naranja-cúrcuma mantiene su contenido inicial de FOS en 100 % y la de piña-cúrcuma en 75 % durante seis meses, conservadas en frascos PET y a temperatura ambiente, aportando en ambos productos

una serie de beneficios nutraceuticos que hacen del agua saborizada una alternativa saludable.

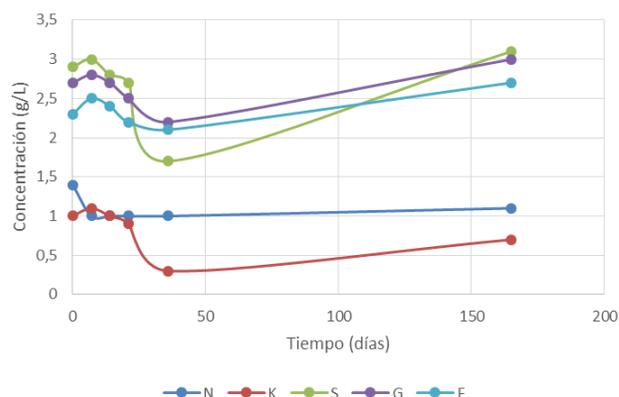


Fig. 2. Concentración de FOS en agua saborizada de piña-cúrcuma.
N: nistosa, K: kestosa, S: sacarosa, G: glucosa, F: fructosa.

El análisis microbiológico (Tablas 3 y 4) prueban que las aguas saborizadas de naranja-cúrcuma y piña-cúrcuma cumplen mensualmente los requisitos microbiológicos establecidos en la norma (23), de esta manera quedó demostrado que no hubo contaminación microbiana durante seis meses de las aguas saborizadas a causa de materias primas, envase o malas prácticas de elaboración. Este resultado fue posible por los factores de pH, conservante y la adición del extracto cúrcuma que posee propiedades antimicrobianas (29).

Tabla 3. Resultados microbiológicos de las aguas saborizadas de naranja-cúrcuma

Mes	Microorganismo (ufc/mL)				
	CTAM	CHF	CL	CCT	CTT
Mayo	3	neg.	neg.	neg.	neg.
Junio	2	neg.	neg.	neg.	neg.
Julio	3	neg.	neg.	neg.	neg.
Agosto	2	neg.	neg.	neg.	neg.
Septiembre	3	neg.	neg.	neg.	neg.
Octubre	3	neg.	neg.	neg.	neg.

CTAM: microorganismos a 30 °C (microorganismos mesófilos aerobios), CHF: hongos filamentosos, CL: levaduras (hongos y levaduras), CTT: coliformes termotolerantes, CCT: coliformes totales. neg.: negativo.

Tabla 4. Resultados microbiológicos de las aguas saborizadas de piña-cúrcuma

Mes	Microorganismo (ufc/mL)				
	CTAM	CHF	CL	CCT	CTT
Mayo	6	neg.	neg.	neg.	neg.
Junio	2	neg.	neg.	neg.	neg.
Julio	8	neg.	neg.	neg.	neg.
Agosto	2	neg.	neg.	neg.	neg.
Septiembre	5	neg.	neg.	neg.	neg.
Octubre	6	neg.	neg.	neg.	neg.

CTAM: microorganismos a 30 °C (microorganismos mesófilos aerobios),

CHF: hongos filamentosos, CL: levaduras (hongos y levaduras),

CTT: coliformes termo-tolerantes, CCT: coliformes totales. neg.: negativo.

Los resultados de la evaluación sensorial (Tablas 5 y 6) evidencian como en las aguas saborizadas de naranja-cúrcuma y piña-cúrcuma no se presentó alteraciones de olor ni sabor con respecto a la evaluación efectuada al inicio. Al cabo de 120 días se detectó la decoloración del extracto de cúrcuma, esta pérdida de color podría estar relacionada con la fotodegradación y degradación térmica de la curcumina, lo cual ha sido reportado en la literatura (30, 31). Sin embargo, el olor y sabor no se vieron afectados. El producto no fue rechazado, ya que la disminución de color fue muy ligera y las características organolépticas de sabor y olor no se vieron comprometidas.

Tabla 5. Evaluación sensorial del agua saborizada de naranja-cúrcuma

Tiempo (días)	Descripción	Calidad sensorial
0	Agua de color naranja que se asocia con la fruta, limpia, transparente y homogénea, define naranja en olor y sabor que se percibe con una intensidad moderada, acidez ligera, nota dulce muy ligera, armonía en el sabor, cuerpo ligero, sensación de llenura en la boca	Excelente
30	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente
60	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente
90	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente

Tiempo (días)	Descripción	Calidad sensorial
120	Presenta cambios respecto al tiempo cero, muy ligera decoloración del color naranja	Buena
150	Presenta cambios con respecto al tiempo cero, pero no presenta cambios con respecto a la evaluación anterior	Buena
180	Presenta cambios con respecto al tiempo cero, pero no presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, se sigue observando la decoloración con una intensidad muy ligera	Buena

Tabla 6. Evaluación sensorial del agua saborizada de piña-cúrcuma

Tiempo (días)	Descripción	Calidad sensorial
0	Color amarillo que se asocia con la fruta, olor y sabor ligero a piña artificial, acidez ligera, armonía en el sabor, cuerpo ligero, sensación de llenura en la boca	Excelente
30	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente
60	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente
90	No presenta cambios con respecto a la evaluación inicial	Excelente
120	Presenta cambios respecto al tiempo cero, muy ligera decoloración del color amarillo	Buena
150	Presenta cambios con respecto al tiempo cero, pero no presenta cambios con respecto a la evaluación anterior	Buena
180	Presenta cambios con respecto al tiempo cero, pero no presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, se sigue observando la decoloración muy ligera	Buena

CONCLUSIONES

Las aguas saborizadas de naranja-cúrcuma y piña-cúrcuma conservadas en frascos PET a temperatura ambiente, durante seis meses, mantuvieron una concentración de fructooligosacáridos de 100 y 75 %, respectivamente. Las

aguas de naranja-cúrcuma y piña-cúrcuma presentaron 70 y 71 mg/L de cloruros, pH de 4,6 y 4,1; dureza total de 236 y 232 mg/L expresada como CaCO₃ y 100 mg/L de sólidos totales, respectivamente. Estas no tuvieron afectaciones microbiológicas (coliformes totales, coliformes termotolerantes, mesófilos aerobios, levaduras y hongos), la calidad sensorial en ambos productos fue buena.

REFERENCIAS

- Di Nucci J. Circuito superior de bebidas gaseosas y aguas saborizadas en Buenos Aires Argentina: Organización y capital. *Rev Geogr Ven* 2011; 52(2):61-80.
- Arai S. Studies on functional food in Japan. State of the art. *Biosci Biotech Biochem* 1996; 60:9-15.
- Mesa MD, Ramírez-Tortosa MC, Aguilera C M, Ramirez-Bosca AY, Gil A. Pharmacological and nutritional effects of *Curcuma longa* L. extracts and curcuminoids. *Arch Pharm* 2000; 41: 307-14.
- Ríos E, Duque AL, León DF. Caracterización espectroscópica y cromatográfica de curcumina extraída de los rizomas de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada en el departamento del Quindío. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío* 2009; 19:18-22.
- Zhou H, Beevers C, Huang S. The targets of curcumin. *Current Drug Targets* 2011; 12(3):332-47.
- Lin X, Ji S, Qiao X, Hu H, Chen N, Dong Y, Ye M. Density functional theory calculations in stereochemical determination of terpecurcumins j-w, cytotoxic terpenconjugated curcuminoids from *Curcuma longa* L. *The Journal of Organic Chem* 2013; 78(23):11835-48.
- Paramera EI, Konteles SJ, Karathanos VT. Stability and release properties of curcumin encapsulated in *Saccharomyces cerevisiae*, β -cyclodextrin and modified starch. *Food Chem* 2011; 125(3):903-10.
- Li B, Konecke S, Wegiel LA, Taylor LS, Edgar KJ. Both solubility and chemical stability of curcumin are enhanced by solid dispersion in cellulose derivative matrices. *Carbohydr Pol* 2013; 98(1):1108-16.
- Pérez-Coneza D, López G, Ros G. Principales prebióticos y sus efectos en la alimentación humana. *An Vet (MURCIA)* 2004; 20:5-20.
- Bautista N. Fructooligosacáridos y obtención de azúcares totales cristalizado del aguamiel de *Agave americana* L. (maguey). *Ciencia e Investigación* 2019; 11(2):46-51.
- Rodríguez E, Ortega A, Rodríguez O. Agua saborizada de limón con jarabe prebiótico. *Cienc Tecnol Aliment* 2019; 29(2):66-71.
- Rodríguez-Martínez O, Pérez-Cruz ER, Martínez-García D, Fernández JM, Pavón MC, Jiménez L. Evaluación de la estabilidad de prebióticos durante el proceso de elaboración y conservación de una leche fermentada simbiótica. *Cienc Tecnol Aliment* 2019; 29(2):48-52.
- Ortega A, Borges P, Ramos L, Jiménez L, Nieves G, Rodríguez JL. Desarrollo de un agua con sabor naranja y extracto de cúrcuma. *Cienc Tecnol Aliment* 2020; 30(1):7-11.
- Duarte C, Ortega A, Bouza B. Perfil sensorial de aguas saborizadas limón y naranja con adición de jarabe de fructooligosacáridos y extracto de cúrcuma. *Cienc Tecnol Aliment* 2021; 31(1):36-41.
- NC-ISO 279. Determinación de la densidad relativa en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2003.
- NC 424. Bebidas no alcohólicas- Determinación del contenido de sólidos solubles. Cuba; 2006.
- NC-ISO 280. Determinación del índice de refracción en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2004.
- NC-528. Medidores de pH. Métodos y medios de verificación. Cuba; 2017.
- Eaton ED, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE. Standard methods for the examination of water & wastewater; 2005.
- NC-1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal - guía general para la enumeración de levaduras y mohos - técnica a 25 °C. Cuba; 2016.
- NC-1096. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal - método horizontal para la enumeración de coliformes termotolerantes - conteo de las colonias obtenidas a 44 °C- técnica de placa vertida. Cuba; 2015.
- NC ISO 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — método horizontal para la enumeración de coliformes — técnica de conteo de colonias método de referencia (ISO 4832:2006). Cuba; 2010.
- NC-585. Contaminantes microbiológicos en alimentos. Regulaciones sanitarias. Cuba; 2017.
- Duarte C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. *Cienc Tecnol Aliment* 2013; 23(2):12-5.
- NC-ISO 8589. Análisis sensorial- Guía general para el diseño de los salones de ensayo. Cuba; 2021.
- Courtin, M., Swennen, K., Verjans, P. y Delcour, A. Heat and pH stability of prebiotic arabinoxylooligosaccharides, xylooligosaccharides and fructooligosaccharides. *Food Chem* 2009; 112:831-6.
- Coussement A. Inulin and oligofructose: Safe intakes and legal status. *J Nutr* 1999; 129 (7 Suppl):1412-5.
- Yun JW. Fructooligosaccharides-occurrence, preparation, and application. *Enzyme Microbial Technol* 1996; 19(2):107-10.
- Torres E, Moreno R, Tamayo Y, Hermosilla R, Guillén Z. Estudio de la actividad antibacteriana del aceite esencial de los rizomas de *Curcuma longa* L. *Química Viva* 2014; 13(2):123-6.

30. Giménez PJ, Fernández-López JA, Angosto JM, Obón JM. Comparative thermal degradation patterns of natural yellow colorants used in foods. *Plant Foods for Human Nutrition* 2015; 70(4):380-7.
31. Hudson EA, de Paula MC, Ferreira GMD, Ferreira GMD, Hespanhol MCD da Silva LH, Pires ACDS. Thermodynamic and kinetic analyses of curcumin and bovine serum albumin binding. *Food Chem* 2018; 242(1):505-7.
32. NC-827. Norma cubana. Agua potable — requisitos sanitarios. Cuba; 2012.