

Caracterización fisicoquímica de los siropes comerciales preparados a base de sacarosa

Maritza Rivera Rodríguez¹
Carlos H. Herrera Ramírez²
Miriam Barquero Quirós³

Los resultados obtenidos fueron utilizados para elaborar una propuesta de norma que permita reglamentar la calidad fisicoquímica de los siropes elaborados en el país.

Palabras clave

Jarabes de sacarosa, siropes, evaluación fisicoquímica, cuantificación de azúcares totales, calidad.

Resumen

La evaluación físicoquímica de 25 marcas de sirope permitió concluir, en lo referente a concentraciones de azúcares totales y sólidos totales, que la mayoría de los siropes analizados se encuentran dentro de los valores recomendados por la normativa internacional. De la determinación cuantitativa de azúcares y sólidos totales, se concluyó que menos del 30% de los siropes analizados son adulterados con agentes espesantes (polisacáridos) para obtener una mayor viscosidad, pero con menos poder edulcorante. Aunque el equipo cromatográfico utilizado es costoso y una pequeña empresa no lo podría adquirir para sus análisis cotidianos, otros análisis como determinación de sólidos totales, acidez, pH, colorantes sí podrían

ser realizados como procedimientos de control de calidad de los siropes. Los resultados obtenidos fueron utilizados para elaborar una propuesta de norma que permita reglamentar la calidad fisicoquímica de los siropes elaborados en el país.

Introducción

Los jarabes son disoluciones más o menos concentradas de azúcar, elaboradas con azúcar y agua de excelente calidad para evitar la descomposición, ya que constituyen un medio notable para el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. El azúcar es el ingrediente principal que define la composición de este producto, ya que le confiere el sabor dulce, el valor alimenticio o energético y actúa como preservante en la conservación y prolongación de la vida media de este alimento. En la industria costarricense, para la preparación de casi todos los jarabes comerciales (conocidos en Costa Rica como “siropes”) se utiliza como edulcorante la sacarosa; sin embargo,

1 Escuela de Química. Universidad de Costa Rica.

2 Escuela de Química. Universidad de Costa Rica.

3 CELEQ. Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: mbarquero@calzada.equi.ucr.ac.cr

Los consumidores esperan que la bebida sea semejante en apariencia a la fruta o planta que representa y como muchos saborizantes no poseen su propio color, es necesario emplear colorantes para obtener la aceptación del consumidor.

también se pueden encontrar los azúcares glucosa y fructosa provenientes de la hidrólisis de la sacarosa por la acción de la enzima invertasa presente en la caña de azúcar o la presencia de ácidos en la bebida (Meader, 1967; Guzmán *et al.* 1977; Smith, 1992; Díaz, 1984; Rodríguez, 1992).

En Costa Rica un 15,4% de los hogares consume sirope. Las clases sociales “baja” y “media baja” acaparan el 48% de esa cantidad. El mercado se lo reparten un buen número de marcas y ninguna de ellas domina ampliamente (CITA, 1992).

Hay varios tipos de siropes: El simple contiene solamente azúcar y agua en una proporción de 2:1 y el compuesto contiene además acidulantes, colorantes y saborizantes naturales o sintéticos y sustancias conservadoras (Rodríguez, 1992; OPS, 1968).

Los ácidos imparten a las bebidas un sabor ácido, neutralizan la dulzura del azúcar, resaltan el sabor asociado, protegen el producto del deterioro causado por la acción de algunos microorganismos, regulan el pH del sirope y transforman el benzoato de sodio en su forma activa (el ácido benzoico). Todos los ácidos utilizados en la elaboración de estas bebidas deben ser “grado alimenticio”, débiles e inoocuos al organismo humano. Los más comunes son los ácidos cítrico, fosfórico y tartárico (Lees y Jackson, 1975).

Para una mejor preservación de los jarabes, se puede adicionar benzoato de sodio (0,1%; m/m) en medio ácido, ya que la forma protonada es la que posee acción preservante (Lees y Jackson, 1975).

Los consumidores esperan que la bebida sea semejante en apariencia a la fruta o planta que representa y como muchos saborizantes no poseen su propio color, es necesario emplear colorantes para obtener la aceptación del consumidor. Los colorantes de mayor uso en la industria de refrescos son los artificiales, que

se descomponen lentamente, tienen alto poder colorante y han sido certificados como colorantes alimenticios por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos. Entre ellos, la tartrazina (amarillo N.º 5), amarillo ocaso (amarillo N.º 6), azul brillante (azul N.º 1), etc. (Smith, 1992).

Para la obtención de un sirope de excelente calidad deben ser controlados en forma responsable algunos parámetros que dan a la bebida, la textura, sabor y apariencia deseada. Entre los análisis más importantes para el control de especificaciones de calidad de un sirope se encuentran los controles microbiológicos; la determinación de azúcares totales, sólidos totales, acidez, pH, densidad y colorantes. Para el análisis de azúcares totales y reductores, los métodos oficiales son el gravimétrico de Munson-Walker y el volumétrico de Lane-Eynon, recomendados por ICUMSA y varios autores (De Whalley, 1971; Junk y Pancoast, 1973). AOAC recomienda el método polarimétrico antes y después de la inversión con una disolución de ácido clorhídrico (Cunniff, 1995) o un método cromatográfico (HPLC) para la determinación simultánea de sacarosa, glucosa y fructosa en un tiempo muy corto, sin preparación previa de la muestra y con una mejor resolución (Snyder y Glajch, 1997). Para la determinación del contenido de sólidos totales se han propuesto varios métodos oficiales (AOAC) para siropes: mediante un hidrómetro graduado en ° Brix, por picnometría o por refractometría. Este último es el más simple, rápido; requiere de una pequeña cantidad de la muestra y equipo poco costoso y de fácil manejo (Morris, 1959; De Whalley, 1971; Cunniff, 1995). Para determinar el pH, el método oficial ICUMSA (De Whalley, 1971) consiste en la medición de la diferencia de potencial entre dos electrodos (electrodo de vidrio y electrodo de referencia conectados a un pH-metro

calibrado) sumergidos en la disolución problema. El método oficial (*Handbook of Sugars*) (Junk y Pancoast, 1973) para la determinación de la acidez total se basa en una titulación volumétrica con una disolución valorada de hidróxido de sodio, utilizando disolución de fenoltaleína como indicador del punto final. Por ser los siropes productos coloreados, la titulación se debe hacer potenciométricamente, de otro modo no se podría observar el punto final (Sawyer *et al.* 1984). La determinación de colorantes se puede hacer cuantitativamente por HPLC como recomienda AOAC (Cunniff, 1995) o cualitativamente según la OPS (1968), utilizando la técnica de cromatografía de papel.

El propósito de este estudio fue determinar si los “siropes a base de sacarosa” producidos y comercializados en el país, cumplen con los requerimientos para ser consumidos por los costarricenses, sin que estos sufran ningún detrimento de su salud o confianza. Como en Costa Rica no existe una norma obligatoria para el control de los siropes, la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM) no puede evaluar la calidad de estos productos alimenticios; por lo tanto, se propuso realizar un estudio con las diferentes presentaciones de siropes del mercado nacional, que permita caracterizar la composición físicoquímica de los principales componentes de estos productos y elaborar una propuesta parcial de norma obligatoria que permita la evaluación de la calidad de los siropes.

Materiales y métodos

Muestreo y preparación de la muestra

Inspectores de la ONNUM aplicaron el modelo de muestreo preliminar: se decomisaron 5 muestras de 25 marcas

o presentaciones de sirope diferentes encontradas en el mercado nacional (MEIC; 1973a, 1973b, 1993), se almacenaron a temperatura ambiente y se identificaron con un código de 2 letras. Todos los análisis se realizaron por triplicado en una muestra compuesta (mezcla de los 5 siropes decomisados por cada marca o presentación).

Metodología utilizada

Para el análisis de sólidos totales se utilizó la técnica de refractometría (Cunniff, 1995); para la determinación del pH y de la acidez total se siguió la metodología descrita por ICUMSA y el *Handbook of Sugars* (De Whalley, 1971; Junk y Pancoast, 1973). Para la determinación cualitativa de los colorantes se siguió el método descrito por la OPS (1968). Para el análisis de sacarosa, glucosa y fructosa se utilizó la técnica de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) en un equipo Hewlett Packard, provisto de un inyector manual y de una bomba cuaternaria, un horno para la columna, un detector de índice de refracción y una columna Bio-Rad de 300x7,8 mm y de 9 μm de tamaño de poro y como fase móvil agua destilada, desionizada y filtrada con un sistema Milli Pore, con membranas de 0,45 μm . Este método fue validado a través de la determinación de las figuras de mérito usuales (Rivera, 1999). Para el análisis por HPLC de los siropes, se pesaron exactamente entre 0,5 y 1,0 g de muestra y se trasvasaron a balones aforados de 100 mL. Se agregaron 5 mL de alúmina como clarificante, 5 mL de metanol y se aforaron con agua destilada. Se filtraron sobre papel de filtro Whatman N.º 1 y sobre un filtro de membrana de metilcelulosa de 0,45 μm , antes de inyectarse al cromatógrafo (Cunniff, 1995). Para la realización de cálculos estadísticos se utilizaron los programas “Origin para Windows 98” y “Microsoft Excel 97”.

Cuadro 1.
Contenido (% m/m) de sacarosa, glucosa y fructosa en los siropes comerciales

	Código de muestra	Sacarosa	Glucosa	Fructosa
1	AL Kola	54,4 ± 0,7	2,68 ± 0,08	3,5 ± 0,1
2	AN Kola	31,7± 0,2	3,83 ± 0,03	3,89 ± 0,02
3	AR Kola	64 ± 3	1,15 ± 0,03	1,204 ± 0,009
4	BO Kola	58,6 ± 0,4	0,859 ± 0,006	0,98 ± 0,06
5	CK Kola	34 ±1	11,1 ±0,2	10,3 ± 0,8
6	CD Kola dietético	No detectable	No detectable	No detectable
7	CL Limón	54,2 ± 0,9	No detectable	No detectable
8	CN Naranja	59 ± 2	1,12 ± 0,04	0,50 ± 0,04
9	CZ Zarza	54 ± 1	No detectable	No detectable
10	CU Uva	58 ± 3	No detectable	No detectable
11	DE Kola	50,6 ± 0,4	2,20 ± 0,05	1,77 ± 0,03
12	PA Frambuesa	54 ± 2	3,3 ± 0,2	3,0 ± 0,1
13	PE Fresa	35,6 ± 0,7	15,4 ± 0,4	15,5 ± 0,2
14	PZ Zarza	53 ± 2	3,17 ± 0,07	2,86 ± 0,08
15	LF Kola	15,3 ± 0,5	22,5 ± 0,3	23,1 ± 0,3
16	LM Granadina	1,67 ± 0,06	27,2 ± 0,2	39,6 ± 0,9
17	LK Kola	61 ± 2	1,35 ± 0,05	1,40 ± 0,06
18	LN Naraja	51 ± 2	Detectable	Detectable
19	LZ Zarza	50 ± 2	No cuantificable	No cuantificable
20	MK Kola	57,2 ± 0,7	No detectable	No detectable
21	MU Uva	53,0 ± 0,3	1,38 ± 0,06	1,5 ± 0,1
22	NE Kola	50 ± 1	4,17 ± 0,07	3,80 ± 0,09
23	SA Kola	50 ± 1	2,4 ± 0,3	3,5 ± 0,1
24	SI Kola	52 ± 3	No detectable	No detectable
25	TL Kola	57,0 ± 0,3	1,16 ± 0,02	1,23 ± 0,02
		58,6 ± 0,08	3,36 ± 0,08	3,75 ± 0,05

Resultados y discusión

Evaluación físico-química de la calidad de los siropes

Se muestran los resultados obtenidos (contenido de sacarosa, glucosa y fructosa) por el método de HPLC, en 25 presentaciones de siropes comerciales (Cuadro 1)

La mayoría de los siropes presentan un contenido de sacarosa de entre 50 y 60% m/m, excepto los siropes dietéticos y los de alta acidez (bajo pH), lo cual promueve la hidrólisis de la sacarosa y un incremento en el contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa). El 84% de las muestras analizadas presentan

coincidencia entre la información suministrada en la etiqueta de estos productos y los valores encontrados en el laboratorio. En cuanto al contenido de azúcares totales, un 60% de los siropes analizados coinciden con el valor medio (61% m/m) y se encuentra dentro del intervalo de confianza (99%) de 58 a 64% m/m. La normativa internacional establece un mínimo de azúcares totales de 62% m/m para siropes, por lo que en el país se cumple con estas especificaciones.

El valor medio para el contenido de sólidos totales (determinado por la técnica de refractometría) es de 62% m/m, con un intervalo al 99% de confianza de 60 a

Cuadro 2.
Constantes físicas y químicas obtenidas para los siropes analizados

	Código del sirope	Densidad 20 ±0,0001(gr/mL)	Indice de refracción nD± 0,0001, T± 0,5 oC	pH
1	AL	1,2800	1,3695 23,1	4,12
2	AN	1,1630	1,3949 28,4	4,20
3	AR	1,3148	1,393423,1	4,46
4	BO	1,2866	1,373423,1	4,24
5	CK	1,2870	1,439828,4	4,30
6	CD	1,0010	1,334022,8	4,38
7	CL	1,2936	1,445928,4	4,25
8	CN	1,2947	1,445122,8	3,76
9	CZ	1,2934	1,444522,8	4,34
10	CU	1,2976	1,446122,8	3,90
11	DE	1,2702	1,435822,8	3,84
12	PA	1,3122	1,451922,8	3,19
13	PE	1,3244	1,456228,4	2,84
14	PZ	1,3128	1,452522,8	2,96
15	LF	1,3110	1,450928,4	2,48
16	LM	1,3033	1,375523,1	3,53
17	LK	1,2958	1,391123,1	4,46
18	LN	1,2881	1,442723,1	4,35
19	LZ	1,2760	1,438122,8	4,51
20	MK	1,2790	1,368823,1	4,42
21	MU	1,2832	1,380328,4	4,48
22	NE	1,2620	1,432923,1	4,31
23	SA	1,2852	1,441722,8	4,22
24	SI	1,2852	1,364923,1	4,38
25	TI	1,2882	1,366723,1	3,97

63% m/m; dentro del cual se encuentran un 50% de las muestras de siropes analizadas. Algunos autores recomiendan un mínimo de sólidos totales de 62,5% m/m, por lo que los siropes nacionales concuerdan con esta regulación.

Un análisis comparativo entre el contenido (% m/m) de azúcares totales y de sólidos totales, permite deducir que un 30% de las muestras de sirope analizadas, podrían contener entre un 3 y un 6% m/m de polisacáridos, capaces de aumentar su viscosidad, pero no su poder edulcorante. El 70% de las muestras restantes presenta un contenido de azúcares y de sólidos totales muy similar, lo que demuestra

que estos siropes están constituidos mayoritariamente por azúcar, agua y una proporción despreciable de colorantes, preservantes y saborizantes.

En el Cuadro 2 aparecen algunas constantes físicas obtenidas para los siropes analizados. La media de la densidad es de 1,29 g/mL, con un intervalo de confianza de 1,28-1,30 (99% de confianza), dentro del cual se encuentra el 60% de las muestras analizadas. La normativa internacional establece un valor de 1,30 g/mL, como límite inferior para la densidad; por lo cual un 80% de las muestras analizadas se encuentran por debajo de este valor (OPS, 1968).

La evaluación físicoquímica de las 25 marcas o presentaciones de sirope permitió concluir que, la mayoría de los siropes analizados se encuentran dentro de valores recomendados por la normativa internacional para las concentraciones de azúcares totales y sólidos totales.

El valor medio para el pH de los siropes es de 4,0; con un intervalo de confianza (99%) de 3,6-4,3 unidades de pH, solamente el 40% de las muestras está dentro de este intervalo. Una de las 25 muestras analizadas presenta un pH por debajo del valor recomendado como mínimo (pH = 2,8) para un sirope (OPS, 1968). La acidez total fue determinada por titulación potenciométrica con una disolución valorada de hidróxido de sodio y se expresa como ácido cítrico, pues es el ácido de mayor uso en la industria de siropes y refrescos. La acidez de los siropes varía en forma inversa con el pH y los valores obtenidos se encuentran dentro de un amplio intervalo (0,04-0,30% m/m); sin embargo, todos los resultados obtenidos están bajo el límite máximo permisible por varias normas internacionales (1,5% m/m) (OPS, 1968). Las muestras de sirope con una acidez más elevada presentan un mayor contenido de azúcares reductores, debido a que un aumento en la concentración de iones H⁺, favorece la hidrólisis de la sacarosa (Solomons, 1987; Wingrove y Caret, 1981).

Por último, se identificaron cualitativamente los colorantes presentes en los siropes, utilizando la técnica de cromatografía de papel. Se identificaron los siguientes colorantes sintéticos: azul brillante FCF, rojo allura AC o rojo N.º 40, tartrazina y amarillo ocazo o amarillo crepúsculo FCF, todos permitidos por el Codex Alimentarius, FDA y la norma ICAITI. Algunos siropes contenían solamente un colorante: rojo N.º 40 en los siropes de kola; sin embargo los siropes con sabor a limón contenían una mezcla de azul brillante y tartrazina (Morris, 1959; Lees y Jackson, 1975).

Conclusiones

La evaluación físicoquímica de las 25 marcas o presentaciones de sirope permitió concluir que, la mayoría de los

siropes analizados se encuentran dentro de valores recomendados por la normativa internacional para las concentraciones de azúcares totales y sólidos totales.

De la determinación de azúcares y sólidos totales, se concluyó que menos del 30% de los siropes son adulterados con agentes espesantes (polisacáridos), para obtener una mayor viscosidad, pero un menor poder edulcorante.

Aunque el equipo cromatográfico utilizado es costoso y una pequeña empresa no lo podría adquirir para sus análisis cotidianos, la determinación de sólidos totales, acidez pH y colorantes sí podrían realizarla como procedimientos de control de la calidad de los siropes.

Agradecimientos

A la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM), del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) por la colaboración brindada en el desarrollo de este proyecto de investigación, al realizar el muestreo de los siropes.

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el financiamiento parcial del proyecto de investigación *Evaluación físico-química de la calidad de los siropes, jugos de naranja y bebidas carbonatadas*.

Bibliografía

- Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos. *Mercado alimentario*. 1992. 3,4.
- Cunniff, P. *Official Methods of Analysis AOAC International*. AOAC International, Virginia, 1995. Cap. 44.
- De Whalley, H. *Métodos ICUMSA de análisis de azúcares*. Compañía Editorial Continental, México, 1971, pp. 67, 68, 85-88, 101-105.
- Díaz, D. *IV Seminario avanzado de tecnología*. Editora Guadalupe, Bogotá, 1984, pp. 1.

- Guzmán, H.; Murillo, J. y Solís, G. *Evolución de la industria de la caña*. Universidad de Costa Rica, San José, 1977, pp. 1, 2, 45.
- Junk, W.; Pancoast, H. *Handbook of sugars*. The Avi Publishing Company, Connecticut, 1973, pp. 238-244, 256.
- Lees, R. y Jackson, E. *Sugar confectionary and chocolate manufacture*. Chemical Publishing Co., Inc., New York, 1975, pp. 42, 43, 112, 113, 116, 117.
- Meador, G.P. *Manual del azúcar de caña*. Montaner y Simón S.A. Barcelona, 1967, pp. 13, 27, 28, 510, 511, 515, 519-523, 531.
- MEIC. Decreto N.º 22268. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 13 de julio de 1993.
- MEIC. Ley N.º 5292. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 1973a.
- MEIC. Reglamento Decreto N.º 3896. MEIC. 1973b.
- Morris, J. *Manufacture and analysis of carbonated beverages*. Chemical Publishing Co, Inc., New York, 1959, pp: 71, 72, 85, 86, 110-127, 178-187.
- Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. *Normas sanitarias de Alimentos*. Organización Mundial de la Salud, Centroamérica y Panamá, 1968, pp. 27, 28, 874, 875.
- Rivera, R. M. *Caracterización fisicoquímica de los siropes comerciales preparados a base de sacarosa. Elaboración de una propuesta de norma*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Química. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 1999.
- Rodríguez S., A. *Alternativas de aprovechamiento de la solución osmótica residual de la deshidratación de papaya y piña*. UCR, San José, 1992, pp. 31, 32.
- Sawyer, D.; Heineman, W. y Beebe, J. *Chemistry Experiments for Instrumental Methods*. John Wiley and Sons, New York, 1984, pp. 358-360, 387-388
- Smith, B. *Codex Alimentarius*. Texto abreviado. FAO/OMS, Roma, 1992, pp. 5.2-5.4
- Snyder, L y Glajch J. *Practical HPLC Method Development*, John Wiley and Sons, New York, 1997, pp. 69, 71-76, 80, 208-210, 227-239.
- Solomons, T. *Química Orgánica*. Editorial Limusa, México, 1987, pág. 991.
- Wingrove, A. y Caret, R. *Química Orgánica*. HARLASA de CV, México, 1981, pp. 1480, 1466-99.