

CONCENTRADO DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.): ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

ROSELLE CONCENTRATE (*Hibiscus sabdariffa* L.): PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

Juan Antonio González Zúñiga¹, Salvador González Palomares¹, Héctor Manuel González Sánchez², Tábata Rosales Reyes² y Ramón Del Val-Díaz³

Fecha de recepción 05 de Agosto 2009

Fecha de aceptación 25 de Noviembre de 2009

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la estabilidad físico-química de pH, acidez y vitamina C de un concentrado de jamaica en un periodo de doce meses de almacenamiento. Se evaluó además su calidad microbiológica, a partir de la cual se concluyó que el producto estuvo libre de coliformes totales, microorganismos aerobios mesófilos, hongos y levaduras. Se encontró estabilidad de pH, acidez y vitamina C durante los doce meses de almacenamiento del concentrado de jamaica, esto podría indicar que también hubo estabilidad del aroma y sabor del producto. Se recomienda el consumo de este concentrado de jamaica para la elaboración de aguas frescas.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the physical and chemical stability of pH, acidity and Vitamin C during the storage of roselle concentrate in a period of twelve months. The microbiological quality was also evaluated. Through this process it was discovered that the product was free of total coliforms, aerobic mesophilic microorganisms, molds and yeasts. We also found pH, acidity and vitamin C stability during the twelve months storage of the roselle concentrate, which could also indicate that there was stability in both, the aroma and flavor of the product. We recommended the consumption of this roselle concentrate by dilution in fresh water.

PALABRAS CLAVE: Producto de jamaica, almacenamiento, estabilidad físico-química.

KEYS WORDS: Liproduct of roselle, storage, physical and chemical stability.

¹Unidad de Ciencias de los Alimentos. Instituto Tecnológico Superior de La Huerta (ITSH). Av. Rafael Palomera No. 161. Col. El Maguey. C.P. 48850. La Huerta, Jalisco, México.

²Laboratorio de Microbiología de Alimentos. Universidad de Guadalajara (UdG). Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR). Av. Independencia Nacional No. 151. C.P. 48900. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

³Laboratorio de Biotecnología. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 70 (CBTa 70). C. Ponciano García No. 170. Col. Tepalcatepec. C.P. 60540. Tepalcatepec, Michoacán, México.

INTRODUCCIÓN

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) pertenece a la familia de las malváceas, es originaria de África y Asia y son China, India y Sudán sus principales países productores; fue introducida a México en la época colonial y desde entonces se ha cultivado en regiones cálidas y semicálidas de la República Mexicana. México ocupa el séptimo lugar de producción, destacando los estados de Guerrero, Campeche, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Puebla (Galicia-Flores *et al.*, 2008). Desde hace siglos, la jamaica se ha utilizado en diversos países con fines culinarios y medicinales, siendo el cáliz o flor la parte que más se aprovecha de la planta (D'Heureux-Calix y Badrie, 2004; Galicia-Flores *et al.*, 2008; Saeed *et al.*, 2008). La jamaica tiene acción diurética, colerética, hipotensiva, antipirética, sedativa, antiparasitaria, astringente, emoliente, digestiva y disminuye los niveles de colesterol (Tsai *et al.*, 2002; Akindahunsi y Olaleye, 2003; Hassanein *et al.*, 2005; Vithya *et al.*, 2005).

Los cálices que se utilizan en la elaboración de bebidas refrescantes, gelatinas, mermeladas, ates, jaleas y cremas, (Figura 1) contienen antocianinas, que además de ser responsables del color rojo intenso de la jamaica, contribuyen a sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas. Otros constituyentes de los cálices de jamaica con actividad antioxidante son quercetina, ácido ascórbico y protocatecuico (Tsai *et al.*, 2002). Por su parte, el aroma y sabor característico de la jamaica es propiciado por ácidos orgánicos, como el málico y ascórbico, y por compuestos volátiles, tales como terpenoides, ésteres y aldehídos (Pino *et al.*, 2006; González-Palomares *et al.*, 2009a).

La jamaica tiene gran potencial en la industria alimentaria debido al valor medicinal y nutricional que posee, así como a su color rojo brillante, al aroma y sabor que la caracterizan (Tsai *et al.*, 2002; Andrade y Flores, 2004; Ali *et al.*, 2005; Okasha *et al.*, 2008); se utiliza como fuente de colorantes rojos, saborizantes de alimentos y también en cosméticos y productos farmacéuticos (Galicia-Flores *et al.*, 2008; González-Palomares *et al.*, 2009a). Dentro de los productos comerciales de dicha industria están los concentrados que pueden ser usados en bebidas o en combinación con otros alimentos para mejorar el sabor y el color (Cemeroglu *et al.*, 1994). A pesar de que los concentrados de jamaica están establecidos en el mercado, son escasos los estudios científicos acerca de su calidad físico-química y microbiológica.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la estabilidad físico-química de pH, acidez y vitamina C durante el almacenamiento de un concentrado de jamaica en un periodo de doce meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la Unidad de Ciencias de los Alimentos del ITSH, en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos del Centro Universitario de la Costa Sur de la UDG y en el Laboratorio de Biotecnología del CBTa 70.

CÁLICES DE JAMAICA

Se utilizaron cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) de la variedad Tepalcatepec. Estos cálices se colectaron directamente del campo de producción del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco (ITTJ), ubicado en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México (Figura 2).



Figura 1. Cálices de jamaica y principales usos populares en México.



Figura 2. Cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) variedad Tepalcatepec, utilizados en esta investigación.

SEPARACIÓN, LAVADO, TRITURACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS CÁLICES

Se separaron los cálices de las ramas de las plantas de jamaica, se les quitó la parte del fruto que contiene las semillas y se lavaron en agua destilada durante 5 minutos. Después, los cálices se trituraron manualmente hasta obtener un tamaño promedio de partícula de 1.0 cm de diámetro (González-Palomares *et al.*, 2009a). Se determinó el contenido de humedad mediante el método de secado en estufa 934.06-AOAC (AOAC, 1996), obteniéndose un 80% de humedad.

ELABORACIÓN Y ENVASADO DEL CONCENTRADO DE JAMAICA

Una vez triturados los cálices, se elaboró un extracto acuoso de jamaica a través de maceración estática mediante la siguiente formulación: se depositaron 200 g de cálices con un 80% de humedad junto con 1 litro de agua purificada (p/v) en un recipiente de vidrio debidamente cerrado y esto se mantuvo en maceración durante 24 horas a temperatura ambiente (26°C). A continuación, se filtró el líquido en una coladera y se obtuvo el extracto acuoso de jamaica (González-Palomares *et al.*, 2009a). Al ex-

tracto acuoso de jamaica obtenido, se le determinaron los sólidos solubles (expresados como grados Brix) en un refractómetro Atago y el pH con un equipo Termo Orion. El contenido de sólidos solubles fue de 12° Brix y el pH de 3.4. Posteriormente, por cada litro de extracto acuoso de jamaica se agregaron 500 g de azúcar y se concentró a 100°C durante 15 minutos. Para realizar la concentración del extracto acuoso de jamaica se utilizó una parrilla eléctrica con agitación a una temperatura de 100°C. Con este proceso de evaporación por sistema abierto, se evaporó agua del extracto acuoso de jamaica y se incrementó la concentración del producto hasta alcanzar 50° Brix. Con este procedimiento fue como se obtuvo un producto final, denominado "concentrado de jamaica", al cual se le agregó 1 g de metabisulfito de sodio por cada litro como conservador (González-Palomares *et al.*, 2009b).

El concentrado de jamaica se envasó en 36 recipientes de polietileno con un contenido de 500 ml cada uno y se almacenó a temperatura ambiente (26°C). Los recipientes de polietileno se esterilizaron previamente en una autoclave.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS CONCENTRADOS DE JAMAICA

En los 36 concentrados de jamaica almacenados a temperatura ambiente, se realizaron los análisis físico-químicos y microbiológicos mediante los procedimientos que se mencionan en el Cuadro 1. Estos análisis se realizaron cada mes, con tres repeticiones (n=3), durante doce meses de almacenamiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y las comparaciones de medias de las variables físico-químicas y microbiológicas me-

dante el Sistema de Análisis Estadístico SAS (SAS, 1999). La prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS de Duncan) se utilizó para la evaluación estadística de los datos de cada análisis físico-químico y microbiológico. Se consideraron los datos obtenidos de las mediciones de cada mes con tres repeticiones (n=3), durante doce meses de almacenamiento del concentrado de jamaica (González-Palomares *et al.*, 2009b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTABILIDAD DE pH Y ACIDEZ DURANTE EL ALMACENAMIENTO DEL CONCENTRADO DE JAMAICA

El pH tiene relación con la acidez, la cual contribuye en la generación del aroma y sabor en los alimentos. Por ejemplo, los ácidos cítrico y málico presentan un amplio espectro saborizante, lo que lleva a su uso en una variedad de sabores asociados con frutas. Tal es el caso de jugos, bebidas y helados (Bárzana, 2007).

No se observó diferencia significativa ($P>0.05$) en los datos de pH y acidez durante el almacenamiento del concentrado de jamaica evaluado, es decir, ambas características fueron estables. Esto podría indicar que también el aroma y el sabor del producto se mantuvieron sin cambios drásticos (Cuadro 2).

En el concentrado de jamaica el valor del pH estuvo en el rango de 3.3 a 3.4 durante los 12 meses de almacenamiento. Este dato es comparable con lo reportado para el extracto de jamaica reconstituido de polvo secado por aspersion que tuvo un pH de 3.4 (González-Palomares *et al.*, 2009a), así como con el vino de jamaica con un valor de pH de 3.4 (Alobo y Offonry, 2009), y para bebidas no alcohólicas elaboradas a partir de los cálices de jamaica que tuvieron un

Cuadro 1. Análisis físico-químicos y microbiológicos que se realizaron durante doce meses de almacenamiento de un concentrado de jamaica.

| Análisis de: | Metodología y normas: |
|---|--|
| *pH: | Se calculó mediante el método 981.12 (AOAC, 1994). Se usó un equipo Termo Orion. |
| *Acidez (%): | Se determinó por el método 942.15 (AOAC, 1994). Se utilizó NaOH 1N y fenolftaleína. |
| *Vitamina C (mg): | Se calculó por titulación con el indicador 2,6-diclorofenol-indofenol, éste es reducido por el ácido ascórbico a una forma incolora. Se realizó a través del método 967.21 (AOAC, 1996). Previamente, se preparó un estándar de ácido ascórbico y una solución de indofenol. |
| *Coliformes totales: | Se usó el método de Número Más Probable (NMP) con base en las normas: NOM-109-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994. |
| *Microorganismos aerobios mesófilos: | La cuenta de bacterias aerobias en placa se determinó con base en la norma NOM-092-SSA1-1994. |
| *Hongos y levaduras: | Se realizó por el método de cuenta de mohos y levaduras de la norma NOM-111-SSA1-1994. |

Cuadro 2: Resultados de las determinaciones físico-químicas del concentrado de jamaica (doce meses de almacenamiento).

| Mes de evaluación: | Variable evaluada: | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | *pH | *Acidez (%) | *Vitamina C (mg) |
| 1 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 2 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 3 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 4 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 5 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 6 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 7 | 3.4 ^a | 13.9 ^a | 15.84 ^a |
| 8 | 3.4 ^a | 13.10 ^a | 15.83 ^a |
| 9 | 3.4 ^a | 13.11 ^a | 15.83 ^a |
| 10 | 3.4 ^a | 13.11 ^a | 15.82 ^a |
| 11 | 3.3 ^a | 13.12 ^a | 15.81 ^a |
| 12 | 3.3 ^a | 13.13 ^a | 15.81 ^a |

Nota. Valores promedios con las mismas letras en cada columna, indican que no son significativamente diferentes ($P>0.05$). La acidez está calculada en términos de contenido de ácido. La vitamina C está expresada como mg por 100 ml de concentrado de jamaica.

pH en el rango de 3.1 a 3.6 (Fasoyiro *et al.*, 2005). El pH también fue similar al registrado en los concentrados de cereza (*P. cerasus* L.) durante el almacenamiento (Cemeroglu *et al.*, 1994).

El bajo valor del pH fue debido a la naturaleza ácida de los cálices de jamaica (Fasoyiro *et al.*, 2005). En ellos los ácidos cítrico y málico han sido reportados como los ácidos orgánicos predominantes (Ali *et al.*, 2005), aunque el ascórbico, tartárico, succínico, oxálico y esteárico también están presentes (Fasoyiro *et al.*, 2005; Galicia-Flores *et al.*, 2008). Los ácidos orgánicos acidifican el concentrado y ayudan a controlar el pH en el producto final (Bárzana, 2007). El pH ácido, alrededor de 3, puede potenciar el sabor y favorecer la intensidad del color de las bebidas de jamaica (Bolade *et al.*, 2009). El alto contenido de ácidos orgánicos resulta atractivo para usos medicinales, ya que éstos junto con las antocianinas incrementan la actividad antioxidante de los extractos acuosos de jamaica (Galicia-Flores *et al.*, 2008).

Los extractos de jamaica cultivada en México han presentado valores de acidez de hasta un 18.9% (Galicia-Flores *et al.*, 2008). El concentrado de jamaica elaborado, mantuvo una acidez entre un 13.9-13.13% durante los doce meses de estudio.

CONTENIDO DE LA VITAMINA C EN EL CONCENTRADO DE JAMAICA

Un hallazgo importante en este trabajo, fue que se preservó la vitamina C en el concentrado de jamaica durante el almacenamiento (Cuadro 2). La presencia y conservación de esta vitamina en el producto es destacable desde el punto de vista nutricional y farmacológico. La vitamina C se oxida rápidamente al momento de exponerla al aire, calor y agua, por lo que en la elabo-

ración del concentrado de jamaica se utilizaron condiciones controladas y se envasó de inmediato.

Esta vitamina es relacionada principalmente con el contenido de ácido ascórbico y se encuentra en gran cantidad en la jamaica. Los cálices frescos contienen 14 mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra (Amin *et al.*, 2008). En el concentrado de jamaica aquí analizado, se obtuvo el valor de 15.81-15.84 mg de ácido ascórbico por 100 ml de muestra; lo cual está dentro del rango de 14.8-30.7 mg por 100 ml que ha sido reportado para bebidas no alcohólicas elaboradas a partir de los cálices de jamaica (Bolade *et al.*, 2009). El ácido ascórbico, además del beneficio nutricional que aporta, puede servir como protector contra los cambios oxidativos del concentrado (Alobo y Offonry, 2009).

De todas las vitaminas, la C es la más lábil, por lo que se considera que si resiste el procesamiento y el almacenamiento, todos los demás nutrimentos se verán poco afectados (Badui, 1997). Esta vitamina es más estable en alimentos con pH ácidos (Gil *et al.*, 2006), con baja actividad acuosa (como el caso de los concentrados), y que tienen metabisulfito como conservador (Badui, 1997).

AUSENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL CONCENTRADO DE JAMAICA

Con base en los análisis microbiológicos se encontró que el concentrado de jamaica estuvo libre de coliformes totales, mesófilos aerobios, hongos y levaduras durante los doce meses de almacenamiento.

Muchos métodos de conservación de alimentos se basan en la reducción y control de la actividad acuosa, como es el caso de los concentrados. En estos productos la

gran cantidad de sólidos, ocasionada por la disminución del contenido de agua y la adición de azúcares y conservador químico, controla el desarrollo de los microorganismos al hacer menos disponible el agua necesaria para realizar sus funciones vitales (Badui, 1997). Por otra parte, el crecimiento de los microorganismos también se ve dificultado por el medio ácido generado por los ácidos orgánicos presentes en la jamaica (D'Heureux-Calix y Badrie, 2004; González-Palomares *et al.*, 2009b). El bajo pH reduce al mínimo el ataque bacteriano (Fasoyiro *et al.*, 2005), controla el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos (D'Heureux-Calix y Badrie, 2004), y aumenta la efectividad de los conservadores (Bárzana, 2007). Otros elementos importantes en la conservación del concentrado de jamaica fueron los azúcares y el metabisulfito utilizado como conservador, ya que inhibieron el crecimiento de diversas bacterias, hongos y levaduras (Badui, 1997). La variación significativa del pH o la acidez durante el almacenamiento de los productos elaborados con frutas se asocia, en la mayoría de los casos, con un aumento en la población microbiana (Moreno *et al.*, 2002). Por tanto, al no encontrarse cambios estadísticamente significativos en el pH y la acidez y, por consiguiente, ausencia de microorganismos, se puede decir que el método desarrollado para la elaboración del concentrado fue aceptable.

CONSIDERACIONES FINALES

En la actualidad hay un gran interés en la utilización de productos naturales, con la finalidad de que la población tenga una alimentación más sana. Por tal motivo, es importante el desarrollo de proyectos como este, ya que el concentrado de jamaica aquí obtenido es natural, a diferencia de diversos productos que existen en el mercado. Además, la elaboración de concentra-

dos es una opción sencilla para la industrialización básica de los cálices de jamaica. Se recomienda consumir este concentrado en la elaboración de aguas frescas de jamaica: un concentrado de 500 ml se debe de diluir en cuatro litros de agua purificada con hielo al gusto.

CONCLUSIONES

El concentrado de jamaica presentó una vida útil durante doce meses de almacenamiento a 26 °C, al conservar la calidad inicial de pH, acidez y vitamina C, ya que no hubo cambios significativos en estas características. Durante este periodo hubo estabilidad del pH, acidez y vitamina C en el concentrado de jamaica. La acidez, la baja actividad acuosa y la alta concentración de azúcares, apoyados por el conservador químico, fueron los factores que impidieron el desarrollo de microorganismos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) del Gobierno del Estado de Jalisco, por el apoyo económico brindado para desarrollar esta investigación. Al doctor Isaac Andrade González, Jefe de la Planta Piloto de Procesos Agroindustriales del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco (ITTJ), por proporcionar los cálices de jamaica.

BIBLIOGRAFÍA

- Akindahunsi, A.A., and Olaleye, M.T. 2003. Toxicological investigation of aqueous-methanolic extract of the calyces of *Hibiscus sabdariffa* L. *J. Ethnopharmacol.* 89(1):161-164.
- Ali, B.H.; Al Wabel, N., and Blunden, G. 2005. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L.: A review. *Phytother. Res.* 19(5):369-375.
- Alobo, A.P., and Offonry, S.U. 2009. Characteristics of coloured wine produced from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) calyx extract. *J. Inst. Brew.* 115(2): 91-94.
- Amin, I.; Emmy, H.K.I., and Halimatul, S.M.N. 2008. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds- nutritional composition, protein quality and health benefits. *Food.* 2(1):1-16.
- Andrade, I., and Flores, H. 2004. Optimization of spray drying of roselle extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Drying. Proceedings of the 14th International Drying Symposium.* Sao Paulo, Brazil. A:597-604.
- AOAC. 1994. Official methods of analysis. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. U.S.A. Pp. 980-1010.
- AOAC. 1996. Official methods of analysis. 18th. Association of Official Analytical Chemists. U.S.A.
- Badui, S. 1997. Química de los alimentos. Editorial Alambra Mexicana, S.A., de C.V. México. 648p.
- Bárzana, E. 2007. Ácidos orgánicos. En: Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa. México. Pp. 553-576.
- Bolade, M.K.; Oluwalana, I.B., and Ojo, O. 2009. Commercial practice of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) beverage production: optimization of hot water extraction and sweetness level. *World J. Agric. Sci.* 5(1):126-131.
- Cemeroglu, B.; Velioglu, S., and Isik, S. 1994. Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *J. Food Sci.* 59(6):1216-1218.
- D'Heureux-Calix, F., and Badrie, N. 2004. Consumer acceptance and physicochemical quality of processed red sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) sauces from enzymatic extracted calyces. *Food Service Technology.* 4(4):141-148.
- Fasoyiro, S.B.; Ashaye, O.A.; Adeola, A., and Samuel, F.O. 2005. Chemical and storability of fruit-flavoured (*Hibiscus sabdariffa*) drinks. *World J. Agric. Sci.* 1(2):165-168.
- Galicia-Flores, L.A.; Salinas-Moreno, Y.; Espinoza-García, B.M., y Sánchez-Feria, C. 2008. Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 14(2):121-129.
- Gil, M.I.; Aguayo, E., and Kader, A.A. 2006. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *J. Agric. Food Chem.* 54(12):4284-4296.
- González-Palomares, S.; Estarrón-Espinosa, M.; Gómez-Leyva, J.F., and Andrade-González, I. 2009a. Effect of the Temperature on the Spray Drying of Roselle Extracts (*Hibiscus sabdariffa* L.). *J. Plant Foods Hum. Nutr.* 64(1):62-67.
- González-Palomares, S.; López-Domínguez, J.M.; Rivera-Camero, L.H., y Hernández-Estrada, A. 2009b. Elaboración de licor de tamarindo (*Tamarindus indica* L.); análisis físico-químico, microbiológico y sensorial. *R. Electrónica Enlace Químico.* Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. (2):5.
- Hassanein, R.A.; Hemmat, K.I.; Khattab, H.K.I.; El-Bassiouny, H.M.S, and Sadak, M.S. 2005. Increasing the Active Constituents of Sepals of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Plant by Applying Gibberellic Acid and Benzyladenine. *J. Appl. Sci. Res.* 1(2):137-146.
- Moreno, M.J.; Gutiérrez, G.; Graterol, A., y Belén, D.R. 2002. Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscaras de mandarina. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 7(4): 271-277.
- NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.
- NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, Manejo y Transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- NOM-111-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.
- NOM-112-SSA1-1994. Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número más Probable.
- Okasha, M.A.M.; Abubakar, M.S., and Bako, I.G. 2008. Study of the Effect of Aqueous *Hibiscus Sabdariffa* Linn Seed Extract on Serum Prolactin Level of Lactating Female Albino Rats. *Eur. J. Sci. Res.* 22(4):575-583.

- Pino, J.A.; Márquez, E., and Marbot, R. 2006. Volatile constituents from tea of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista CENIC Ciencias Químicas*. 37(3):127-129.
- Saeed, I.E.; Sopian, K., and Zainol, A.Z. 2008. Thin-Layer Drying of Roselle (I): Mathematical Modeling and Drying Experiments. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 08-015. 10:1-25.
- SAS. 1999. SAS/STAT user's guide, replace 8.0. SAS Institute Inc. Cary, NC; U.S.A.
- Tsai, P.J.; McIntosh, J.; Pearce, P.; Camden, B., and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Res. Int.* 35(4):351-356.
- Vithya, V.M.D.; Sith, P.M.D.; Janjira, J.M.D.; Supap, N.; Wutthi, S.M.D., and Vichit, L.M.D. 2005. The Efficacy of Roselle (*Hibicus Sabdariffa* Linn.) Flower Tea as Oral Negative Contrast Agent for MRCP Study. *J. Med Assoc Thai.* 88(1):35-41.

Forma correcta de citar este trabajo:

González-Zúñiga, J.A.; González-Palomares, S.; González-Sánchez, H.M.; Rosales-Reyes, T. y Del Val-Díaz, R. 2009. Concentrado de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* linn.) análisis físico-químico y microbiológico. *U. Tecnociencia* 3 (2) 40 - 50