



## Artículo

# Desarrollo de una bebida energizante con pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Development of an energy drink including tree tomato (*Solanum betaceum*) pulp

Alexia Torres<sup>1\*</sup>, Julieta Guinand<sup>1</sup>, Suhey Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.  
Caracas, 1080-A, Venezuela. Tel.: 0058-212-9063111.

<sup>2</sup>Departamento de Tecnología de Servicios, Universidad Simón Bolívar. Sede Litoral.

\*Autora para correspondencia: aitorres@usb.ve

Aceptado 02-Septiembre-2015

## Resumen

Las bebidas energizantes han sido creadas para incrementar la resistencia física, proveer mayor concentración, evitar el sueño y proporcionar sensación de bienestar. El objetivo de esta investigación fue el desarrollo de una bebida energizante con inclusión de pulpa de tomate de árbol, su evaluación sensorial y caracterización física y química. Se desarrollaron 8 formulaciones de las cuales se escogieron las de mayor aceptación sensorial y se contrastaron con bebidas comerciales. Para la prueba de aceptabilidad se utilizó una escala hedónica no estructurada de 9 puntos y para la prueba CATA (check-all-that-apply) se generó un listado de 24 descriptores, obtenidos a partir de evaluación sensorial previa. Los descriptores de las formulaciones a base de tomate de árbol que presentaron mayores porcentajes de respuesta estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) con las muestras comerciales fueron: agradable, natural, casero, espesa, turbia, herbal, sabor a tomate, dulce, sabor a tomate de árbol, sabor a fruta. La formulación con 21,3 % de pulpa de tomate de árbol presentó la mayor aceptabilidad (6,32), razón por la cual fue caracterizada posteriormente. Se obtuvo una bebida ácida (acidez 7,97 g/100 mL y pH 3,88), con cantidades significativas de vitaminas, minerales, polifenoles y capacidad antioxidante. El desarrollo de este tipo de productos permite incorporar al mercado de bebidas, alternativas más saludables y de alto valor energizante.

**Palabras claves:** bebidas energizantes, evaluación sensorial, descriptores, tomate de árbol, frutal.

### Abstract

Energy drinks were created to increase physical endurance, provide greater concentration, prevent sleep and give a feeling of well being. The aim of this research was the development of an energy drink including tomato tree pulp, sensory evaluation and physical and chemical characterization. Eight formulations were developed and the most accepted were compared with commercial beverages. Sensory evaluations were conducted using unstructured hedonic scale of 9 points and CATA (check-all-that-apply). A list of 24 descriptors was generated from previous sensory evaluation. The descriptors of the formulations based on tree tomato that had higher response rates statistically different ( $p < 0.05$ ) with commercial samples were: pleasant, natural, homemade, thick, cloudy, herbal, tomato taste, sweet, tree tomato taste, fruity. The formulation with 21.3 % was the one with the greater acceptability (6.32), thus was characterized further. An acidic beverage (acidity 7.97 g/100 mL and pH 3.88) was obtained with significant amounts of vitamins, minerals, polyphenols and antioxidant capacity. The development of these products can incorporate to the beverage market, healthier alternatives and high energizing value.

**Key words:** energy drinks, sensory evaluation, descriptors, tree tomato, fruit.

### INTRODUCCIÓN

Las bebidas energizantes son aquellas que ofrecen al consumidor un beneficio regenerador de la fatiga, evitar el sueño y proporcionar reacciones más veloces, entre otros (Miranda-García *et al.*, 2009). También son llamadas bebidas estimulantes y no contienen alcohol sino sustancias estimulantes, principalmente cafeína, y otras sustancias naturales orgánicas (ginseng o guaraná) además de vitaminas y su consumo se ha incrementado notablemente desde hace algunos años (Roussos *et al.*, 2009; Rotstein *et al.*, 2013). Estudios avalan que la ingestión de bebidas energéticas incrementa significativamente el consumo de oxígeno, la ventilación pulmonar por minuto, el intercambio respiratorio, la frecuencia cardíaca en reposo y durante el ejercicio (Pasiakos *et al.*, 2005) y hay evidencias que demuestran un aumento en el desempeño intelectual y físico en quienes las consumen mientras dura su acción (Reissig *et al.*, 2009). La sensación de bienestar y concentración puede ser atribuida a sustancias estimulantes en las bebidas las cuales actúan

sobre el sistema nervioso central (SNC) inhibiendo los neurotransmisores encargados de transmitir las sensaciones de cansancio, sueño, entre otras (Castellanos *et al.*, 2006).

En la formulación de estas bebidas pudieran emplearse ingredientes como: extractos concentrados de té, frutas, vegetales o hierbas con compuestos bioactivos, además de ser fortificadas con vitaminas y minerales con potencial antioxidante, lo cual permitiría incluirlas dentro del segmento de bebidas nutraceuticas (Heckman *et al.*, 2010).

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) (Fig. 1) es apreciado por sus cualidades nutritivas y ser fuente de compuestos antioxidantes, calcio, fósforo, potasio, hierro, azúcares, ácidos orgánicos, pectinas, flavonoides y vitaminas A, B y C (Torres, 2012). Además, este fruto contiene dentro de su composición alcaloides esteroidales del tipo de los espirosolanos (Alvarado *et al.*, 2003) y del grupo atropina (Mandey *et al.*, 2003). Otros ingredientes empleados en la formulación como el ginseng y las vitaminas del complejo B producen efectos en el SNC (Xiang *et al.*, 2008; Stough *et al.*, 2014).



**Figura 1.-** Fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Los objetivos de esta investigación fueron desarrollar bebidas energizantes que tuvieran como ingrediente principal pulpa de tomate de árbol, evaluar sensorialmente mediante la metodología CATA (check-all-that-apply) y caracterizar física y químicamente la bebida de mayor aceptación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima y preparación de las muestras

Se empleó un total de 20 frutos maduros (ICONTEC, 1997) de tomate de árbol (*S. betaceum*) de coloración roja, adquiridos de un productor local en El Jarillo, Estado Aragua, Venezuela. Se empleó para el estudio el lote completo. El lote fue trasladado al Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad Simón Bolívar (Caracas, Venezuela) para su posterior procesamiento.

Los frutos fueron lavados y sumergidos en agua con hipoclorito de sodio 50 ppm/15 min para su desinfección. Posteriormente, fueron escaldados (95 °C/8 min) en baño de calentamiento con control de temperatura, marca Julabo, de la serie TW (Julabo GmbH, Seelbach, Alemania), se dejaron enfriar, se extrajeron las semillas, y la pulpa se homogeneizó en licuadora. La pulpa obtenida

se conservó en congelación a -4 °C hasta su utilización.

### Formulación y elaboración de las bebidas

Se formularon 7 bebidas en las se utilizaron los ingredientes que se presentan en Cuadro 1. Para el desarrollo de las mismas, se tomaron en consideración ingredientes documentados en la literatura (Villaamil-Lepori, 2005), así como los etiquetados de productos comerciales.

La preparación de las bebidas se realizó mediante mezclado en licuadora de: agua mineral Minalba (Pepsi-Cola Venezuela, C. A.), adquirida en comercio local; pulpa de tomate de árbol, adquirida como se señaló previamente; soda Schweppes Club Soda (Dr Pepper/Seven Up, Inc., Plano, TX, USA) en la formulación TA4, adquirida en comercio local; sacarosa marca Montalbán (Central El Palmar, S. A., San Mateo, Aragua), adquirida en comercio local; isomaltulosa Palatinose™ (Beneo GmbH, Mannheim, Alemania), provista por la empresa Cenco-Zotti, S. A. (Caracas-Venezuela); zumo de limón de frutos adquiridos en comercio local; premezcla vitamínica, provista por Calier Internacional, S. A. (Caracas, Venezuela); guaraná como extracto líquido (Bell Flavors & Fragrances, Inc, Northbrook, IL, USA), provisto por la empresa Givaudan de Venezuela, S. A. (Caracas, Venezuela) y ginseng como extracto líquido de presentación en ampollas de 2500 mg de *Panax ginseng* (Harbin Pharmaceutical Group Co., Ltd., China), adquirido en comercio local; en las dosis señaladas en el cuadro mencionado. Las distintas formulaciones fueron mantenidas en botellas de vidrio en refrigeración hasta la evaluación sensorial y de composición física y química.

### Pruebas sensoriales

Selección de las fórmulas de bebidas a base de tomate de árbol: Las 7 formulaciones

**Cuadro 1.-** Formulaciones de bebidas energizantes a base de tomate de árbol por 100 mL.

| Ingrediente              | Formulaciones |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
|                          | TA1           | TA2  | TA3  | TA4  | TA5  | TA6  | TA7  |
| Agua (g)                 | 62,9          | 54,3 | 49,5 | 24,5 | 54,1 | 54,1 | 59,4 |
| Soda (g)                 | -             | -    | -    | 25   | -    | -    | -    |
| Pulpa tomate árbol (g)   | 26,6          | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 21,3 |
| Sacarosa (g)             | 5,1           | 10,2 | 12,7 | 12,7 | 10,2 | 10,2 | 10,2 |
| Isomaltulosa (g)         | 4,3           | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 4,3  | 4,3  | 4,3  |
| Limón (g)                | 1             | 2    | 4    | 4    | 2    | 2    | 2    |
| Premezcla vitamínica (g) | -             | -    | -    | -    | 2,3  | 2,3  | 2,3  |
| Guaraná (g)              | 0,1           | 0,2  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | -    | -    |
| Ginseng (g)              | -             | -    | -    | -    | -    | 0,5  | 0,5  |

elaboradas (Cuadro 1), fueron sometidas a pruebas sensoriales informales con 8 panelistas. Para las pruebas posteriores, se escogieron las 2 formulaciones con mejor aceptación.

Prueba preliminar de aceptabilidad y CATA (check-all-that-apply) de bebidas a base de tomate de árbol y bebidas comerciales: Las 2 formulaciones a base de tomate de árbol seleccionadas previamente fueron contrastadas con 2 formulaciones comerciales (WAKE UP y B52). Veinticinco consumidores de ambos sexos en edades entre 20 y 60 años evaluaron las bebidas. Cada una fue evaluada de forma individual. Se sirvieron 25 mL de las mismas a una temperatura de 10 °C en vasos codificados con 3 dígitos de números aleatorios. La presentación a cada panelista se realizó en órdenes diferentes. Para la prueba de aceptabilidad se utilizó una escala hedónica no estructurada de 9 puntos con 3 anclas (me disgusta muchísimo/me es indiferente/me gusta muchísimo) y posteriormente se pidió a cada panelista que escribiera 4 descriptores para cada bebida.

Prueba definitiva de aceptabilidad y CATA (check-all-that-apply) de bebidas a base

de tomate de árbol y bebidas comerciales: Para la prueba CATA se generó un listado de 24 descriptores sensoriales, obtenidos a partir de las observaciones realizadas por los consumidores durante la etapa previa. Sesenta consumidores de ambos sexos en edades entre 20 y 60 años evaluaron las 4 muestras anteriores de bebidas energéticas en cuanto a aceptabilidad y la escogencia de los descriptores. El ensayo se realizó de igual manera que la anterior.

### **Análisis físicos y químicos**

Acidez titulable y pH: Para medir acidez y pH se hizo una dilución de la pulpa con agua destilada, y se siguieron los procedimientos descritos en los métodos 942.15 y 945.10, respectivamente (AOAC, 2005). Los resultados de acidez titulable se expresaron como g ácido cítrico/100 mL y el valor de pH en unidades de pH.

Sólidos solubles: Para las determinaciones de sólidos solubles (°Bx) se siguió el procedimiento descrito en el método 932.12 de la AOAC (2005), empleando un

refractómetro Abbe 60 (Bellingham + Stanley Ltd., UK) a 25 °C.

Gravedad específica: Para las determinaciones de gravedad específica se siguió el procedimiento descrito en el método 925.22 de la AOAC (2005), empleando un picnómetro calibrado previamente con agua destilada a la misma temperatura de las muestras. Los resultados se expresaron en gramos de la bebida analizada en relación a gramos de agua (g/g).

Azúcares reductores y totales: Se realizó la determinación de azúcares reductores y totales mediante la metodología de Lane-Eynon (método 923.09) (AOAC, 2005). Los resultados fueron expresados como g glucosa por 100 mL de muestra.

Vitaminas: Se determinaron las vitaminas B<sub>2</sub> (riboflavina), B<sub>3</sub> (niacina) y B<sub>12</sub> (cianocobalamina) por cromatografía líquida de alta resolución ('High Performance Liquid Chromatography', HPLC) (métodos 970.65, 944.13 y 986.23, respectivamente) (AOAC, 2005), empleando un equipo HPLC marca Waters®, modelo Breeze™ (Waters Corporation Milford, MA, USA). Los resultados de vitaminas B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> se expresaron en mg/100 mL y los de B<sub>12</sub> en µg/100 mL.

Minerales: Los minerales calcio, sodio, potasio, magnesio, zinc, cobre, manganeso y hierro se cuantificaron por espectroscopía de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente ('Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy', ICP-OES), utilizando un equipo marca GBC Integra XL (GBC Scientific Equipment Pty Ltd, Braeside, Victoria, Australia), según el método 984.27 (AOAC, 2005). Los resultados se expresaron en mg/100 mL.

Polifenoles: Los compuestos polifenoles fueron determinados por el método que emplea el reactivo Folin-Ciocalteu (Merck) (Wrolstad *et al.*, 2005), utilizando alícuota de la pulpa madura extraída previamente con metanol al 80 % acidificado, luego se midió la absorbancia a  $\lambda = 765$  nm en espectrofotómetro marca

Thermo Scientific™, modelo GENESYS 20 (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA), empleando patrón de ácido gálico (Sigma). Se expresó el contenido como mg equivalentes de ácido gálico por 100 mL (EAG/100 mL).

Capacidad antioxidante: Según la metodología descrita (Re *et al.*, 1999). El radical ABTS<sup>•+</sup> se obtiene tras la reacción de ABTS (7 mM) con persulfato potásico (2,45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiental ( $\approx 25$  °C) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS<sup>•+</sup> se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia de 0,70 ( $\pm 0,1$ ) leído a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción) en espectrofotómetro Thermo Scientific™, modelo GENESYS 20 (Thermo Fisher Scientific, Inc., USA). Las muestras filtradas (polifenoles) se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80 %, en comparación con la absorbancia del blanco, y se le determina la absorbancia a 754 nm a 30 °C. El antioxidante de referencia, Trolox, se ensaya a una concentración de 0-15 µM (concentración final) en etanol. Los resultados se expresan en µmol TEAC/mL (capacidad antioxidante equivalente a Trolox).

### **Análisis de datos estadísticos**

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se expresaron los valores como los promedios y su desviación estándar. Para las pruebas sensoriales, el análisis estadístico de la aceptabilidad se realizó a través de un análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan con  $p < 0,05$ . Para la prueba CATA se establecieron las diferencias estadísticas en la frecuencia de selección de los atributos utilizando la prueba Q de Cochran. Asimismo, se realizó un análisis factorial de correspondencia para describir a las muestras estudiadas.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las bebidas energizantes contienen en líneas generales carbohidratos (glucosa,

fructuosa, sacarosa), sustancias estimulantes (cafeína, ginseng, guaraná, taurina), vitaminas del complejo B y C (Heckman *et al.*, 2010), entre otros ingredientes. En los productos desarrollados, tal como se evidencia en el Cuadro 1, se incluyó la pulpa de tomate de árbol en 2 concentraciones con la finalidad de darle un aporte nutricional, compuestos antioxidantes (Torres, 2012) y un efecto energizante debido a la presencia de alcaloides como la solasodina (Alvarado *et al.*, 2003) y del grupo atropina (Mandey *et al.*, 2003) que pueden ejercer efectos sobre el SNC de manera favorable (Patel *et al.*, 2013; SiddaRama *et al.*, 2015). La atropina así mismo, puede ejercer acción estimulante. La combinación de carbohidratos utilizados tuvo por finalidad dar un aporte de energía, mejorar el poder edulcorante e incrementar la absorción de los azúcares presentes en las formulaciones. El poder energizante del guaraná (*Paullinia cupana*) se atribuye a la presencia de alcaloides tipo purinas (metilxantinas), como cafeína y teobromina (Weckerle *et al.*, 2003; Kuskoski *et al.*, 2005); la semilla de guaraná contiene elevadas concentraciones de cafeína, de un 6 a un 8 % y de taninos, y en menores cantidades teofilina y teobromina (Kuskoski *et al.*, 2005). Scholey y Haskell (2008) señalan que se ha incrementado el uso del guaraná como un aditivo natural en bebidas energizantes principalmente por su efecto estimulante. Asimismo, Mattei *et al.* (1998) hacen mención a la acción vigorizante de este aditivo (tónica), el cual es estimulante del sistema nervioso (en casos de estrés físico e intelectual), mejora la memoria, es antidiarreico, diurético y agente antineurálgico. El ginseng (*Panax ginseng*) contiene ginsenósidos los cuales constituyen el ingrediente activo principal siendo fitoquímicos tipo esteroideos; a estos compuestos se les atribuyen los efectos beneficiosos del ginseng, tales como, estimular al sistema inmune, aumentar la condición física y mental, acción antiestrés, prevenir el envejecimiento, y además poseer propiedades antioxidantes y

antiinflamatorias (Coon y Ernst, 2002; Lü *et al.*, 2009; Heckman *et al.*, 2010). Las vitaminas B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y B<sub>12</sub> participan como coenzimas en el metabolismo de los carbohidratos aumentando la capacidad de concentración y el bienestar físico así como el mantenimiento del SNC (Wardlaw y Smith, 2011).

### Evaluaciones sensoriales

De los resultados sensoriales preliminares, las formulaciones con ginseng (TA6 y TA7) (Cuadro 1), fueron las seleccionadas mientras que las que incluyeron soda y guaraná no tuvieron preferencia entre el panel. La prueba preliminar realizada entre las bebidas seleccionadas y 2 formulaciones comerciales permitieron la elaboración de la lista de los 24 descriptores (Cuadro 2) que se utilizaron para la prueba final con consumidores. Las bebidas TA6 y TA7 se emplearon para contrastarlas con las formulaciones comerciales y los atributos: agradable, natural, casero, espesa, turbia, herbal, sabor a tomate, dulce, sabor a tomate de árbol y sabor a fruta, fueron los que presentaron mayores valores de respuesta diferente estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) con las muestras comerciales. En las bebidas comerciales (WAKE UP y B-52) los panelistas identificaron sabores: desagradable, artificial, explosivo, gaseoso, astringente, mal sabor, amargo, ácido y sabor a remedio, en una proporción mayor estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en relación a las bebidas TA6 y TA7. En relación a la aceptabilidad (Cuadro 2), la bebida TA7 fue la que presentó la mayor puntuación (6,32) por encima del promedio, razón por la cual se seleccionó para los análisis físicos y químicos.

Los valores de descriptores seleccionados para cada bebida se muestran en el Cuadro 3. Se tuvo que para la bebida B52 la mayor frecuencia de respuesta fue entre 6-10 descriptores, mientras que para WAKE UP y las bebidas a base de tomate de árbol fue entre

**Cuadro 2.-** Porcentaje de respuesta para los descriptores y puntaje de aceptabilidad de las bebidas analizadas.

| Descriptores            | Bebidas                  |                          |                           |                          |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                         | WAKE UP                  | B52                      | TA6                       | TA7                      |
| Agradable               | 28,33 <sup>c</sup>       | 28,33 <sup>bc</sup>      | 48,33 <sup>ab</sup>       | 60,00 <sup>a</sup>       |
| Desagradable            | 38,33 <sup>a</sup>       | 25,00 <sup>ab</sup>      | 8,33 <sup>bc</sup>        | 6,67 <sup>c</sup>        |
| Natural                 | 1,67 <sup>b</sup>        | 3,33 <sup>b</sup>        | 46,67 <sup>a</sup>        | 61,67 <sup>a</sup>       |
| Casero                  | 0,00 <sup>b</sup>        | 0,00 <sup>b</sup>        | 43,33 <sup>a</sup>        | 70,00 <sup>a</sup>       |
| Artificial              | 68,33 <sup>a</sup>       | 81,67 <sup>a</sup>       | 6,67 <sup>b</sup>         | 8,33 <sup>b</sup>        |
| Explosivo               | 40,00 <sup>a</sup>       | 41,67 <sup>a</sup>       | 1,67 <sup>b</sup>         | 1,67 <sup>b</sup>        |
| Espesa                  | 1,67 <sup>b</sup>        | 0,00 <sup>b</sup>        | 20,00 <sup>a</sup>        | 10,00 <sup>ab</sup>      |
| Concentrada             | 21,67 <sup>a</sup>       | 18,33 <sup>a</sup>       | 30,00 <sup>a</sup>        | 26,67 <sup>a</sup>       |
| Turbia                  | 0,00 <sup>b</sup>        | 0,00 <sup>b</sup>        | 20,00 <sup>a</sup>        | 20,00 <sup>a</sup>       |
| Aguada                  | 23,33 <sup>a</sup>       | 21,67 <sup>a</sup>       | 18,30 <sup>a</sup>        | 21,67 <sup>a</sup>       |
| Gaseoso                 | 86,67 <sup>a</sup>       | 83,33 <sup>a</sup>       | 1,67 <sup>b</sup>         | 0,00 <sup>b</sup>        |
| Astringente             | 11,67 <sup>ab</sup>      | 20,00 <sup>a</sup>       | 5,00 <sup>bc</sup>        | 3,33 <sup>c</sup>        |
| Mal sabor               | 21,67 <sup>a</sup>       | 18,33 <sup>ab</sup>      | 0,00 <sup>c</sup>         | 5,00 <sup>bc</sup>       |
| Herbal                  | 5,00 <sup>b</sup>        | 3,33 <sup>b</sup>        | 23,33 <sup>a</sup>        | 25,00 <sup>a</sup>       |
| Sabor a limón           | 5,00 <sup>b</sup>        | 18,33 <sup>a</sup>       | 6,67 <sup>ab</sup>        | 1,67 <sup>b</sup>        |
| Amargo                  | 31,67 <sup>a</sup>       | 18,33 <sup>ab</sup>      | 5,00 <sup>b</sup>         | 5,00 <sup>b</sup>        |
| Sabor a tomate          | 0,00 <sup>b</sup>        | 0,00 <sup>b</sup>        | 31,67 <sup>a</sup>        | 31,67 <sup>a</sup>       |
| Ácido                   | 45,00 <sup>a</sup>       | 46,67 <sup>a</sup>       | 16,67 <sup>b</sup>        | 8,33 <sup>b</sup>        |
| Sabor a remedio         | 56,67 <sup>a</sup>       | 43,33 <sup>a</sup>       | 10,00 <sup>b</sup>        | 5,00 <sup>b</sup>        |
| Refrescante             | 21,67 <sup>a</sup>       | 20,00 <sup>a</sup>       | 23,33 <sup>a</sup>        | 30,00 <sup>a</sup>       |
| Dulce                   | 31,67 <sup>b</sup>       | 36,67 <sup>b</sup>       | 46,67 <sup>a</sup>        | 46,67 <sup>a</sup>       |
| Sabor a tomate de árbol | 0,00 <sup>b</sup>        | 0,00 <sup>b</sup>        | 58,33 <sup>a</sup>        | 53,33 <sup>a</sup>       |
| Sabor a fruta           | 11,67 <sup>b</sup>       | 18,33 <sup>b</sup>       | 51,67 <sup>a</sup>        | 46,67 <sup>a</sup>       |
| Sabor extraño           | 36,67 <sup>a</sup>       | 35,00 <sup>ab</sup>      | 16,67 <sup>b</sup>        | 18,33 <sup>ab</sup>      |
| Bebida                  | WAKE UP                  | B52                      | TA6                       | TA7                      |
| Aceptabilidad           | 4,18 ± 2,33 <sup>c</sup> | 5,17 ± 2,05 <sup>b</sup> | 6,02 ± 1,82 <sup>ab</sup> | 6,32 ± 1,87 <sup>a</sup> |

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa a un nivel de  $p < 0,05$ .

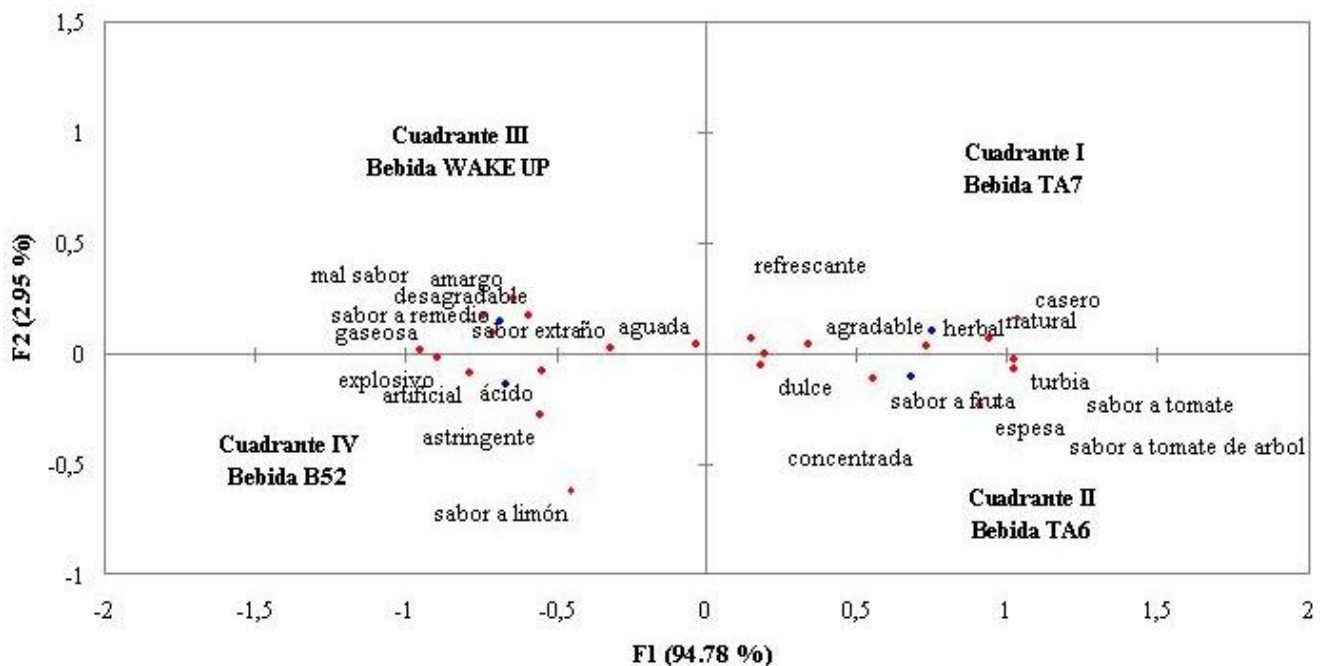
Para la prueba de aceptabilidad se utilizó una escala hedónica no estructurada de 9 puntos con 3 anclas (me disgusta muchísimo/me es indiferente/me gusta muchísimo).

**Cuadro 3.-** Frecuencia de respuesta de los descriptores en cada formulación.

| Fórmula | Frecuencia de respuestas |                   |                    |
|---------|--------------------------|-------------------|--------------------|
|         | 0-5 descriptores         | 6-10 descriptores | 11-15 descriptores |
| B52     | 25                       | 34                | 1                  |
| WAKE UP | 36                       | 24                | -                  |
| TA6     | 34                       | 26                | -                  |
| TA7     | 34                       | 26                | -                  |

0-5 descriptores. En la Fig. 2 se presenta el análisis de correspondencia entre las muestras, observándose que la mayoría de los descriptores contribuyeron en el componente principal (F1). En el cuadrante I se ubica la bebida TA7 la cual se caracterizó como refrescante, agradable, herbal, natural y casero. En el cuadrante II se encuentra la bebida TA6 la cual se caracterizó como dulce, concentrada, sabor a fruta, espesa, turbia, sabor a tomate y sabor a tomate de árbol. Los descriptores para ambas bebidas concuerdan con los ingredientes

empleados en las formulaciones. Las bebidas comerciales se ubican en los cuadrantes III y IV. Para WAKE UP los descriptores fueron: sabor extraño, desagradable, explosivo, amargo, sabor a remedio, ácido, gaseoso y mal sabor, mientras que para la B52: sabor a limón, ácido, astringente, artificial, gaseoso, explosivo y sabor extraño. Del análisis de la Fig. 2 se evidencia que entre las bebidas elaboradas a base de tomate de árbol y las bebidas comerciales existió diferencia en cuanto a los descriptores y esto también se avaló con el análisis sobre aceptabilidad.

**Figura 2.-** Análisis de correspondencia para las bebidas energizantes.



### Análisis físicos y químicos

En el Cuadro 4 se observan los análisis físicos y químicos realizados a la bebida desarrollada con mejor aceptación (TA7). De acuerdo a la acidez titulable y el pH, puede catalogarse como una bebida ácida. El valor de sólidos solubles (14,2 °Bx) concuerda con la cantidad de carbohidratos presentes (sacarosa e isomaltulosa). La mayoría de las bebidas energéticas contienen aproximadamente entre 11,2 y 12,6 % de hidratos de carbono en forma de glucosa, fructosa, galactosa, sacarosa y glucuronolactona (Villaamil-Lepori, 2005; Roussos *et al.*, 2009). La isomaltulosa se absorbe a una velocidad lenta; es uno de los azúcares que presenta niveles de índice glucémico bajo, proporcionando la misma cantidad de energía en la forma de glucosa que el azúcar común, pero en un período más duradero (Holub *et al.*, 2010).

En relación a las vitaminas y minerales, la bebida aportaría por consumo diario de 100 mL: 7,29 % de vitamina B<sub>3</sub>; 19,52 % de vitamina B<sub>12</sub>; 29,09 % de vitamina B<sub>2</sub>; 1,22 % de magnesio; 8,20 % de cobre; 9,49 % de calcio y 14,42 % de hierro del promedio ponderado/persona/día (INN, 2000; “Valores de referencia de”, 2013); pudiéndose afirmar que es una “excelente fuente de” vitamina B<sub>2</sub>, vitamina B<sub>12</sub> y “buena fuente de” calcio y hierro (COVENIN, 1997).

El contenido de polifenoles de la bebida en estudio con 21,3 % de pulpa de tomate de árbol fue de 100,51 mg/100 mL. Donnelly *et al.* (2010) determinaron y calcularon para bebida con 15 % de frutas (arándano/uva) un contenido de polifenoles de 43,33 mg/100 mL y en bebida con 27 % de arándano, un contenido de 54,17 mg/100 mL. Se pone en evidencia que la bebida energizante desarrollada en esta investigación presentó una cantidad significativa de polifenoles lo que también se reflejó en la capacidad antioxidante de la misma.

Dharti y Dhvanika (2014) han señalado que el interés de los compuestos con potencial

**Cuadro 4.-** Análisis de composición de la formulación TA7 con la mejor aceptación de la prueba CATA.

| Análisis                                  | Promedio ± D. E. |
|-------------------------------------------|------------------|
| Acidez titulable (g ácido cítrico/100 mL) | 7,97 ± 0,06      |
| pH (unidades de pH)                       | 3,88 ± 0,01      |
| Sólidos solubles (°Bx)                    | 14,2 ± 0,00      |
| Gravedad específica (g/g)                 | 1,07 ± 0,01      |
| Azúcares reductores (g glucosa/100 mL)    | 3,39 ± 0,31      |
| Vitaminas                                 |                  |
| B <sub>2</sub> (mg/100 mL)                | 0,32 ± 0,001     |
| B <sub>3</sub> (mg/100 mL)                | 1,02 ± 0,005     |
| B <sub>12</sub> (µg/100 mL)               | 0,41 ± 0,003     |
| Minerales (mg/100 mL)                     |                  |
| Hierro                                    | 1,73 ± 0,68      |
| Sodio                                     | 131,44 ± 36,86   |
| Potasio                                   | 35,07 ± 3,79     |
| Calcio                                    | 98,93 ± 7,06     |
| Magnesio                                  | 3,89 ± 0,08      |
| Cobre                                     | 0,07 ± 0,01      |
| Polifenoles (mg EAG/100 mL)               | 100,51 ± 3,78    |
| Capacidad antioxidante (µmol TEAC/mL)     | 60,93 ± 0,01     |

Los valores son el promedio de 3 determinaciones ± la desviación estándar (D. E.).

antioxidante en bebidas de frutas radica en los beneficios que tienen estos compuestos en la salud, como su acción en la inhibición de formación de especies de oxígeno reactivo, además de protección contra enfermedades cardiovasculares e inhibir ciertos tipos de cáncer. Diamantini *et al.* (2015) destacaron la importancia de la inclusión de frutas en el desarrollo de bebidas energizantes por la

contribución con compuestos antioxidantes de origen vegetal. Asimismo, estos autores señalaron que la diversidad en el mercado de suplementos de alta calidad a base de hierbas o frutas, permitiría ampliar la selección de estos productos con efecto antioxidante.

La Fig. 3 ilustra a la bebida energizante con pulpa de tomate de árbol.



**Figura 3.-** Bebida energizante con tomate de árbol.

## CONCLUSIONES

Se logró desarrollar una bebida natural energizante con inclusión de pulpa de tomate de árbol. De la aplicación de la metodología CATA se pudo obtener información de los atributos que permitieron la caracterización sensorial de las bebidas desarrolladas. La bebida seleccionada con la mejor aceptación aporta compuestos con potencial antioxidante como polifenoles, además de vitaminas y minerales.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), Proyecto N° 2012000668.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, Andrey; Arroyo, Ana Gabriela; Fournier, Ana Teresa; Sánchez, Carolina; Villalta, Mauren y Garro, Giovanni. 2003. Aspectos biológicos, usos agrícolas y medicinales del “tomate de palo” (*Cyphomandra betacea*). Tecnología en Marcha. 16(4):68-72.
- AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (18va. ed.). Washington, USA.
- Castellanos, Raúl A.; Rossana, M.R. y Frazer, Gladys G. 2006. Efectos fisiológicos de las bebidas energizantes. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Universidad Nacional Autónoma de Honduras). 3(1):43-49.
- Coon, J.T. and Ernst, E. 2002. *Panax ginseng*: a systematic review of adverse effects and drug interactions. Drug Safety. 25(5):323-344.
- COVENIN. 1997. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Directrices para la declaración de propiedades nutricionales y de salud en el rotulado de los alimentos envasados. Norma Venezolana COVENIN 2952-1:1997. Caracas, Venezuela.
- Dharti, P. and Dhvanika, P. 2014. Development and evolution of antioxidant rich fruit beverage. International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics. 3(9):160-163.
- Diamantini, Giuseppe; Pignotti, Silvio; Antonini, Elena; Chiarabini, Andrea; Angelino, Donato and Ninfali, Paolino. 2015. Assessment of antioxidant capacity of energy drinks, energy gels and sport drinks in comparison with coffee and tea.

- International Journal of Food Science & Technology. 50(1):240-248.
- Donnelly, Patrick E.; Churilla, Thomas M.; Coco Jr., Michael G. and Vinson, Joe A. 2010. Vitamin enhanced waters and polyphenol rich beverages analyzed for antioxidant capacity and antioxidants/calorie. *Nutrients*. 2(12):1290-1296.
- Heckman, M.A.; Sherry, K. and Gonzalez de Mejia, E. 2010. Energy drinks: an assessment of their market size, consumer demographics, ingredient profile, functionality, and regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9(3):303-317.
- Holub, Ines; Gostner, Andrea; Theis, Stephan; Nosek, Leszek; Kudlich, Theodor; Melcher, Ralph and Scheppach, W. 2010. Novel findings on the metabolic effects of the low glycaemic carbohydrate isomaltulose (Palatinose™). *British Journal of Nutrition*. 103(12):1730-1737.
- ICONTEC. 1997. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Frutas frescas. Tomate de árbol. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4105.
- INN. 2000. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Serie Cuadernos Azules. Publicación N° 53. Caracas, Venezuela: Editorial Texto, C. A.
- Kuskoski, Eugenia M.; Roseane, Fett; García-A., Agustín y Troncoso-G., Ana M. 2005. Propiedades químicas y farmacológicas del fruto guaraná (*Paullinia cupana*). *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica (Universidad de Antioquia, Colombia)*. 12(2):45-52.
- Lü, Jian-Ming; Yao, Qizhi and Chen, Changyi. 2009. Ginseng compounds: an update on their molecular mechanisms and medical applications. *Current Vascular Pharmacology*. 7(3):293-302.
- Mandey, Fredryk; Dominggus, Mikael and Harlim, Tjodi. 2003. A preliminary qualitative study of an alkaloid in the fruit of terong belanda (*Cyphomandra betacea*, Cav). *Indonesian Journal of Chemistry*. 3(1):7-8.
- Mattei, R.; Dias, R.F.; Espínola, E.B.; Carlini, E.A. and Barros, S.B.M. 1998. Guarana (*Paullinia cupana*): toxic behavioral effects in laboratory animals and antioxidant activity *in vitro*. *Journal of Ethnopharmacology*. 60(2):111-116.
- Miranda-García, Katherine Lissette; Lema-Reinoso, Sonia Gabriela; Freire, Andrea Fernanda y González, Víctor Hugo. 2009. Proyecto producción y comercialización de una bebida energizante natural a base de pitahaya. Artículo de Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral-Centro de Investigación Científica y Tecnológica, Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7900>
- Pasiakos, Stefan M.; Petrancosta, Robert; Wygand, John and Otto, Robert M. 2005. The effects of a commercial energy drink on repeated high intensity anaerobic cycling performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(5):S42.
- Patel, Kanika; Singh, Ravi B. and Patel, Dinesh K. 2013. Medicinal significance, pharmacological activities, and analytical aspects of solasodine: a concise report of current scientific literature. *Journal of Acute Disease*. 2(2):92-98.
- Re, Roberta; Pellegrini, Nicoletta; Proteggente, Anna; Pannala, Ananth; Yang, Min and Rice-Evans Catherine. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26(9-10):1231-1237.
- Reissig, Chad J.; Strain, Eric C. and Griffiths, Roland R. 2009. Caffeinated energy

- drinks - a growing problem. *Drug and Alcohol Dependence*. 99(1-3):1-10.
- Rotstein, Joel; Barber, Jennifer; Strowbridge, Carl, Hayward, Stephen; Huang, Rong and Godefroy, Samuel Benrejeb. 2013. Energy drinks: an assessment of the potential health risks in the Canadian context. *International Food Risk Analysis Journal*. 3(5):1-29.
- Roussos, A.; Franchello, A.; Flax-Marcó F.; De Leo, M.; Larocca, T.; Barbeito, S.; Rochaix, A.; Jacobez, S. y Alculumbre R. 2009. Bebidas energizantes y su consumo en adolescentes. *Actualización en Nutrición*. 10(2):124-129.
- Scholey, A. and Haskell, C. 2008. Neurocognitive effects of guaraná plant extract. *Drugs of the Future*. 33(10):869-874.
- SiddaRama, R.; Baig, M Javeed and Kumar, A Arjun. 2015. A case report on atropine induced CNS side effects and tachycardia. *International Journal of Allied Medical Sciences and Clinical Research*. 3(1):79-81.
- Stough, Con; Simpson, Tamara; Lomas, Justine; McPhee, Grace; Billings, Clare; Myers, Stephen; Oliver, Chris and Downey, Luke A. 2014. Reducing occupational stress with a B-vitamin focussed intervention: a randomized clinical trial: study protocol. *Nutrition Journal*. 13:122(1-12).
- Torres, Alexia. 2012. Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 62(4):381-388.
- Valores de referencia de. 2013. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana 2012. (Cuadros resúmenes). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 63(4):379-382.
- Villaamil-Lepori, Edda C. 2005. Las bebidas energizantes. *ATA Informa (Boletín informativo de la Asociación Toxicológica Argentina)*. 19(67-68):38-44.
- Wardlaw, Gordon M. and Smith, Anne M. 2011. *Contemporary nutrition*. Chapter 8. (8th. ed.). New York, NY, USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Weckerle, Caroline S.; Stutz, Michael A. and Baumann, Thomas W. 2003. Purine alkaloids in *Paullinia*. *Phytochemistry*. 64(3):735-742.
- Wrolstad, Ronald E.; Acree, Terry E.; Decker, Eric, A.; Penner, Michael H.; Reid, David S.; Schwartz, Steven J.; Shoemaker, Charles F.; Smith, Denise M. and Sporns, Peter. 2005. *Handbook of food analytical chemistry. Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*. Volume 2. (pp. 457-518). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Xiang, Yao Zu; Shang, Hong Cai; Gao, Xiu Mei and Zhang, Bo Li. 2008. A comparison of the ancient use of ginseng in traditional Chinese medicine with modern pharmacological experiments and clinical trials. *Phytotherapy Research*. 22(7):851-858.