



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2 (2): 293-312. Julio-Diciembre, 2011
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2011. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.)

Development of yogurt with antioxidant capacity made from goat (*Capra hircus*) milk and tree tomato fruit (*Cyphomandra betacea* Sendtn.)

Carlos Enrique **Alvarado Carrasco**^{1*}, Matilde **Coronado**¹, Fernando **Prósperi**¹, Marisa **Guerra**²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Campus Maracay.
Avenida Universidad, Maracay, Estado Aragua, Venezuela.

²Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos.
Valle de Sartenejas, Estado Miranda, Venezuela.

*Autor para correspondencia: alvarado1959@yahoo.com

Aceptado 30-Diciembre-2011

Resumen

El desarrollo de productos es el proceso secuencial de encontrar ideas para nuevos bienes y servicios, para convertirlas en productos comercialmente exitosos, seguros, beneficiosos para el consumidor y manufacturados de manera rentable. En el presente trabajo se siguieron todos los pasos de un Desarrollo Exploratorio en la elaboración de un yogurt a partir leche de cabra (*Capra hircus*), saborizado con una mermelada de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.) para incrementar su capacidad antioxidante gracias a su contenido de polifenoles y otros componentes bioactivos. Se partió de un concepto de producto evaluado favorablemente por un grupo de consumidores y de criterios de formulación basados en la norma venezolana para yogurt COVENIN 2393:2001. La fórmula final seleccionada fue sometida a análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales para su caracterización. Los resultados corroboraron el cumplimiento de lo establecido en la norma. Se cuantificó su actividad antioxidante, mediante la prueba 'oxígeno radical absorbance capacity', antes y después de la adición de la mermelada de tomate de árbol, encontrándose que la capacidad antioxidante

del yogurt saborizado fue 71 % mayor que la del yogurt natural. Por tanto, la incorporación de la mermelada de tomate de árbol permite incrementar la capacidad antioxidante del yogurt de leche de cabra.

Palabras claves: capacidad antioxidante, *Capra hircus*, *Cyphomandra betacea* Sendtn., desarrollo de producto, leche de cabra, ORAC, tomate de árbol, yogurt.

Abstract

Product development is a sequential process of finding ideas for new goods and services, to create successful and safe commercial products that provide benefits to consumers and that could be profitably manufactured. This work followed all steps of an Exploratory Development to formulate a yogurt from goat (*Capra hircus*), flavored with a tree tomato (*Cyphomandra betacea* Sendtn.) marmalade to increase the antioxidant capacity due to its polyphenols and other bioactive components. Starting from a product concept favorably evaluated by a group of consumers, several prototype formulas were developed based on the Venezuelan yogurt standard COVENIN 2393:2001. The selected final formulation was characterized by physical, chemical, microbiological and sensorial assays. The results showed compliance with the COVENIN standard. Antioxidant capacity was quantified, by the Oxygen Radical Absorbance Capacity assay, before and after addition of the tree tomato marmalade. Results showed that the flavored goat' milk yogurt had a 71 % greater antioxidant capacity than the unflavored goat' milk yogurt. Therefore, incorporation of tree tomato marmalade to goat' milk yogurt increases its antioxidant capacity.

Key words: antioxidant capacity, *Capra hircus*, *Cyphomandra betacea* Sendtn., product development, goat milk, ORAC, tree tomato, yogurt.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos productos es una actividad esencial en el crecimiento y mantenimiento de la industria en general, y de la agroindustria en particular. Ésta última debe ajustar el portafolio de productos a las cambiantes necesidades de sus clientes para poder permanecer en un mercado muy competido. El desarrollo de productos es el proceso secuencial de encontrar ideas para nuevos bienes y servicios y convertirlos en productos comercialmente exitosos, es decir, que son seguros, proveen beneficios para el consumidor y pueden ser manufacturados de manera rentable por la empresa (Dalrymple y

Parsons, 1990). El desarrollo y lanzamiento de nuevos productos, a criterio de Earle *et al.* (2001) involucra desde el desarrollo del concepto hasta la formulación final del producto, pasando por diferentes etapas en las cuales se evalúan prototipos, se diseñan especificaciones, se mide la aceptabilidad del consumidor y se determina su factibilidad económica. Esto constituye la etapa exploratoria del desarrollo, la cual continua con la etapa avanzada conformada por: análisis financiero, escalado de la formulación a nivel de línea de producción, pruebas de mercado y comercialización.

En la etapa temprana del desarrollo, cuando se busca definir su concepto, no se

cuenta con un producto tangible que pueda ser evaluado. Es necesario definir adecuadamente un concepto comunicable mediante una simple descripción verbal. De esta forma, el concepto puede ser presentado a un grupo de personas y medir su reacción. El resultado de esta evaluación ayudará a tomar la decisión de proseguir el desarrollo y pudiese sugerir cursos de acción en las subsiguientes etapas (Aaker y Day, 1990). Este concepto debe estar enmarcado dentro de un nicho de mercado en el cual la industria en particular desea incursionar o crecer. Uno de estos nichos es el de los alimentos funcionales, aquellos que contribuyen con un efecto positivo sobre la salud humana, mas allá de su valor nutricional (Martín-Diana *et al.*, 2003).

Dentro del mercado de los alimentos con propiedades funcionales, los alimentos de origen lácteo suponen un segmento muy importante y en crecimiento, y representan cerca del 43 % del mercado. La actividad biológica de los componentes proteicos de la leche y la de los polifenoles en frutas y vegetales, se refleja en los diversos efectos de estos compuestos, informados por numerosos estudios, sobre los sistemas cardiovascular, nervioso, inmune y gastrointestinal (Recio y López-Fandiño, 2005; Özer y Kirmaci, 2010). Actualmente existe una creciente conciencia de que la protección contra los estragos del oxígeno puede tener un efecto muy beneficioso sobre la salud, por lo cual, en la última década se han cuadruplicado el número de publicaciones sobre antioxidantes y estrés oxidativo (Huang *et al.*, 2005; Espín y Tomás-Barberán, 2005). Los sistemas vivos están protegidos contra la oxidación mientras estén vivos, pero se enfrentan al ataque constante de las sustancias conocidas como especies reactivas al oxígeno ('reactive oxygen species'), o ROS, por sus siglas en inglés (Koolman y Roehm, 2005). Los procesos oxidativos de las ROS pueden causar daños en el ADN, aumentando el riesgo de contraer cáncer; oxidar ácidos grasos poliinsaturados,

contribuyendo a la aparición de enfermedades cardiovasculares; y puede dañar proteínas, interrumpiendo procesos vitales (Erdmann *et al.*, 2008). Algunos componentes lácteos poseen capacidad antioxidante, es decir, son activos en la prevención de la peroxidación lipídica y mantienen la calidad de la leche, e incluso pueden ser usados como ingredientes en alimentos y fármacos para mejorar la salud de los consumidores. Diversos autores han informado que la capacidad antioxidante total de la leche se debe principalmente a las caseínas (Hartmann y Meisel, 2007; Zulueta *et al.*, 2009a). Ciertos péptidos antioxidantes pueden ser liberados a partir de la hidrólisis de las caseínas durante la fermentación de la leche por cepas de bacterias ácido lácticas (BAL) proteolíticas, como el *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Korhonen y Pihlanto, 2006). Adicionalmente, se ha encontrado que la disminución en la oxidación de las grasas lácteas se debe a las propiedades antioxidantes de los compuestos sulfidrilos formados naturalmente durante el tratamiento térmico de la leche (Alvarez, 2009).

Para el desarrollo de nuevos productos, la industria láctea cuenta con la diversidad de origen de su principal materia prima, la leche, la cual presenta una amplia variedad de características y propiedades dependiendo de la especie productora (vaca, cabra, oveja, búfala, entre otras), del rebaño y su manejo. La leche de cabra (*Capra hircus*) representa un ingrediente ideal para elaborar productos funcionales ya que ofrece mayores beneficios que la leche de vaca, como son: a) fuente natural de nutrientes y componentes bioactivos, tales como nucleótidos, aminoácidos libres y poliaminas, presentes en mayor cantidad que en la leche de vaca y en niveles similares a los encontrados en la leche materna; b) mayor digestibilidad, ya que posee mayor proporción de ácidos grasos de cadena media y bajos niveles de caseína α -S1; c) el contenido de ácidos grasos de cadena corta y mediana (C6-C10), es dos veces superior al de la leche de

vaca y tienen la propiedad de ser absorbidos directamente por la mucosa intestinal y ayudan a reducir el colesterol total circulante, especialmente el LDL ('low-density lipoprotein'); d) los glóbulos grasos de la leche de cabra, al ser de menor tamaño que los de la leche de vaca, se les atribuye una mayor digestibilidad porque ofrecen una mayor superficie a la acción de las enzimas lipolíticas; e) la diversidad de oligosacáridos (con 3 a 10 residuos de monosacáridos) encontrados en la leche caprina, ha sido relacionada con propiedades prebióticas y antiinflamatorias, entre otras; f) mayor absorción de micronutrientes, en función de diversos estudios en animales con síntomas de malabsorción que demostraron un incremento en la absorción de calcio, fósforo, hierro, cobre, cinc, magnesio y selenio a partir de la leche de cabra en comparación con la de vaca; g) mantenimiento de la salud gastrointestinal, ya que previene los daños de la mucosa intestinal que ocurren luego de una situación de estrés; h) menor riesgo de producir alergias, principalmente debido al reducido contenido de caseína α -S1 y mayor digestibilidad de la β -lactoglobulina, lo cual produce una reacción alérgica menos severa en comparación con la leche de vaca (Haenlein, 2004; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). Estas propiedades hacen de la leche de cabra la alternativa ideal a la leche de vaca en la elaboración de diversos productos lácteos, como el yogurt, especialmente atractivos para aquellas personas con problemas de alergia a la leche de vaca y otros padecimientos gastrointestinales.

Martín-Diana *et al.* (2003) indicaron que algunas de las características de la leche de cabra afectan las propiedades del yogurt que se elabora a partir de ella: su baja capacidad tampón lleva a una sobreacidificación del producto final; mientras que la reducida proporción o ausencia de la caseína α -S1 y el mayor grado de dispersión de la miscela de caseína, llevan a la formación de un gel semi-líquido. Estos autores proponen que para mejo-

rar la textura del yogurt se debe aumentar el contenido de sólidos no grasos de la leche y/o emplear fermentos lácticos productores de exopolisacáridos (EPS). Por otra parte, también señalaron que la mayor digestibilidad de la leche de cabra y su reducida alergenicidad le proporcionan un cierto valor terapéutico en la nutrición humana.

El consumo per cápita de yogurt en Venezuela es bajo (1,7 kg/persona/año) en comparación con otros países como Colombia (4 kg/persona/año) y Estados Unidos (8 kg/persona/año). Sin embargo, para el año 2006 se mencionaba una tendencia al crecimiento en un mercado que produjo 40 millones de kg y movió 1,8 millones de bolívares en el año 2005; siendo una categoría muy segmentada (yogures firmes, líquidos, con cereales, batidos y saborizados, con multiplicidad de marcas) con un 60 % del mercado total de yogurt concentrado en el segmento de yogurt líquido y batido (Anónimo, 2006; Medina *et al.*, 2010).

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) en su norma 2393:2001 (COVENIN, 2001) define que el yogurt "es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de ésta con derivados lácteos, mediante la acción de las bacterias lácticas *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas, que por su actividad le confieren las características al producto terminado". Asimismo, en la norma se señala que "yogurt batido" es un producto de consistencia cremosa, y en el caso de contener sustancias saborizantes, aromatizantes y agregados (tales como pulpas y mermeladas de frutas), la cantidad de yogurt en el producto terminado debe ser como mínimo de un 70 %.

Como frutas saborizantes se ha utilizado tradicionalmente la fresa, durazno, ciruela y piña. Sin embargo, es importante explotar otras especies frutales que puedan aportar beneficios adicionales al producto. Una de estas puede ser la fruta de la *Cyphomandra betacea* Sendtn.,

cuyo nombre común es tamarillo o tomate de árbol, una planta perteneciente a la familia Solanaceae, nativa de los Andes Peruanos y probablemente también de Chile, Ecuador y Bolivia. Esta planta se encuentra, en forma silvestre o cultivada, desde Venezuela hasta Argentina, en climas templados, en altitudes de 1500 a 2600 msnm y zonas con temperaturas entre 15 y 22 °C. Es un árbol pequeño, máximo 3 m de altura, de ciclo productivo corto (2 a 4 años) y su fruto mide de 8 a 12 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, comunmente de forma elipsoide a ovoide, con una textura firme, pulpa anaranjada a roja y de sabor agridulce, de piel lisa y brillante, de color variable desde rojo hasta amarillo (Aponte *et al.*, 2005) que representa una fuente importante de carotenoides (Durán y Moreno-Alvarez, 2000). También el fruto del tomate de árbol contiene un elevado contenido de compuestos fenólicos, por lo que se considera una buena fuente de compuestos antioxidantes aplicables en el desarrollo de productos nutracéuticos y alimentos funcionales (Ordóñez *et al.*, 2010). Al tomate de árbol se le atribuyen propiedades medicinales, en la curación de heridas, eliminación de parásitos intestinales, afecciones de la garganta, dolores musculares, afecciones del hígado, gripe, afecciones cutáneas, diabetes, reumatismo, “fiebre intestinal” y mordeduras de serpientes (Reyes-Chilpa y Sanabria-Diago, 1993). Los análisis químicos revelan que la pulpa del fruto *C. betacea* es una fuente importante de vitaminas y minerales, especialmente vitamina C, calcio, fósforo, potasio y hierro (Moreno-Álvarez *et al.*, 2003; Repo de Carrasco y Encina-Zelada, 2008), así como azúcares, ácidos orgánicos, pectinas (Heatherbell *et al.*, 1982) y flavonoides (Wrolstad y Heatherbell, 1974). Entre estos últimos están los flavonoles, antocianidoles y flavonas, pigmentos naturales con acción antioxidante que constituyen el grupo más importante de la familia de polifenoles. Estos compuestos fenólicos poseen diferentes actividades biológicas, además de su capacidad

antioxidante y por tanto, se consideran potenciales reductores del riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares y de otras enfermedades crónicas (Robles-Sánchez *et al.*, 2007; Vasco *et al.*, 2008). Muñoz-Jáuregui *et al.* (2007) realizaron un estudio con nueve frutas del Perú, consideradas por ellos como recursos “promisorios”, evaluando su actividad antioxidante mediante diversos métodos, y como conclusión presentaron una clasificación, de acuerdo a la actividad antioxidante de estos frutos, en: “muy elevada” (*Myrciaria dubia* y *Passiflora mollissima*), “elevada” (*Prunus serotina*, *Morinda citrifolia* y *Smilax sonchifolius*), “moderada” (*Averrhoa carambola*, *Physalis peruviana* y *Cyphomandra betacea*), “baja” (*Passiflora quadrangularis*). En un estudio realizado por Kou *et al.* (2009) se demostró que los compuestos fenólicos de la fruta de *C. betacea* Sendtn. protegen a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) de la oxidación y a los cultivos de células neuronales PC12 del daño inducido por el estrés oxidativo; por esa razón, estos autores concluyen que el consumo de tomate de árbol puede conferir cierta protección contra la aterosclerosis y las enfermedades neurodegenerativas.

La formulación de un yogurt que conjugue la mayor digestibilidad y reducida alergenicidad de la leche de cabra con la elevada capacidad antioxidante de tomate de árbol, puede permitir ofrecerle al consumidor un producto con efectos benéficos para su salud. Adicionalmente, se diversifica la utilización de la leche de cabra, consumida en Venezuela casi exclusivamente en la forma de quesos; y al tomate de árbol, mayormente consumido en jugos y bebidas.

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollar un yogurt batido con capacidad antioxidante, a partir de leche de cabra (*Capra hircus*) y saborizado con mermelada de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis descriptivo

Se evaluó el concepto del producto a desarrollar mediante una encuesta a 25 potenciales consumidores, en un intervalo de edad de 24 a 55 años. La parte principal del concepto presentado a los evaluadores fue: "...Ahora cuentas con un yogurt, rico en nutrientes naturales y de fácil digestión, porque es elaborado con leche pasteurizada de cabra y con una rica mermelada de frutas exóticas que aportan antioxidantes..."; añadiendo que la porción de 150 g tendría el mismo precio de venta que el yogurt batido encontrado en los puestos de venta habituales. Se consultó la intención de compra.

Posteriormente, y con el fin de orientar los esfuerzos en la formulación del prototipo a ser evaluado en el presente trabajo, se realizó una sesión de grupo, con un panel entrenado, para determinar los principales descriptores de los principales atributos sensoriales del yogurt de leche de cabra, sin saborizante, en comparación con yogurt elaborado a base de leche de vaca. Previo a esa sesión de grupo, los panelistas recibieron inducción sobre el manejo de la terminología utilizada para describir los atributos del yogurt utilizando como guía la tabla de calificación de defectos del yogurt suizo descrita por Drake (2009). En dos reuniones de inducción, de tres horas cada una, se manejaron los términos referentes a apariencia, color, olor, sabor y consistencia, y paralelamente se les solicitó a cada panelista utilizar esos términos para describir productos comerciales que se le mostraban, para de esta forma asegurar la comprensión de lo tratado en las reuniones.

Una vez definidos los descriptores, se le presentó a cada panelista dos muestras de yogurt natural (uno elaborado con leche de vaca y el otro con leche de cabra). Se alternó el orden de presentación, de manera de asegurar que el 50 % de los evaluadores recibía como

primera muestra la de "vaca" y el otro la de "cabra". En la planilla de registro los evaluadores calificaron cada atributo de acuerdo a una escala hedónica no-estructurada de 15 cm, donde se le presentaron los niveles extremos (ausencia/presencia, disgusto/gusto) del descriptor correspondiente, de acuerdo al procedimiento señalado por Stone y Sidel (1993).

Materia prima

Se utilizaron los siguientes materiales: leche de cabra de un rebaño de cabras mestizas Canarias, de la Unidad Experimental Caprina (UNEXCA) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (UCV), ubicada en Maracay, Estado Aragua; frutos de tomate de árbol, maduros y de variedad roja, adquiridos en mercado local, seleccionados por el color rojo-púrpura de su pulpa; tres tipos de fermentos lácticos YoFlex® (Chr. Hansen A/S, Dinamarca) en sobres de 50 unidades, recomendados para la elaboración de yogurt batido, adquiridos en el país (Biotécnica Catalina, C. A., Caracas, Venezuela). Consisten en cepas simples definidas de bacterias ácido lácticas *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *S. thermophilus* (YC-180, YC-280 y YC-380). El cultivo YoFlex® YC-180, incluye además *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. Según las especificaciones del proveedor, los resultados esperados en el producto final (yogurt batido) para cada tipo de cultivo, son: YC-180 alta consistencia e intensidad media de sabor a yogurt; YC-280 muy alta consistencia e intensidad media de sabor; YC-380 baja consistencia y fuerte intensidad de sabor.

Criterios de formulación

El criterio asumido para establecer la formulación del producto se basó en los requisitos establecidos en la norma venezolana COVENIN 2393:2001 (COVENIN, 2001), estos fueron: 1) el color, olor, sabor y consis-

tencia deben ser característicos de un yogurt batido; 2) por ser un yogurt saborizado, debe contener como mínimo un 70 % de yogurt en el producto terminado; 3) requisitos físicos y químicos, contenido mínimo de: grasa (3,2 % p/p), sólidos no grasos de la leche (10 % p/p, de los cuales 3 % deben ser de proteínas), acidez (mínimo 0,7 % ácido láctico); 4) requisitos microbiológicos: mohos y levaduras ($< 1,0 \times 10^3$ UFC/g); coliformes totales (< 11 NMP/g), *S. aureus* ($< 1,0 \times 10^3$ UFC/g); 5), recuentos de *Lactobacillus acidophilus*, *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* no menor de 10^6 UFC/g, durante todo el periodo de vida útil.

Procesamiento de la mermelada de tomate de árbol

El criterio de elaboración de este producto estuvo enmarcado en lo señalado por la norma CODEX STAN 296-2009, bajo la denominación de “Mermelada sin frutos cítricos” definida como: “el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas, mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce, hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso”. Acorde a esta norma, este producto debe contener más del 30 % de fruta y un nivel de sólidos solubles entre 40 y 65 % ó menos (FAO/WHO, 2009). La elaboración de la mermelada se inició con el pesado de los frutos, seguido por el pelado sumergiéndolos en agua hirviendo durante 2 minutos y luego en baño de maría invertido; éste tratamiento separa la piel de la pulpa permitiendo su fácil remoción manual. Los frutos pelados enteros se colocaron en olla de acero inoxidable de 3 litros de capacidad con 250 mL de agua; se llevaron a ebullición, se añadió el peso de azúcar (calculado en base a 40 partes de azúcar por 60 partes de fruta) manteniendo calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 100 °C; se pasó la mezcla de la cocción por un tamiz Norma ASTM E-11/95, diámetro 8”, N° 7, luz

2,80 mm (Maplan, Ltda, Santiago, Chile) prensando con una espátula y descartándose lo retenido sobre el tamiz, principalmente semillas y restos de piel y fibra; se envasó en frascos de vidrio “boca ancha” de 450 mL de capacidad previamente esterilizados, y luego del tapado y enfriado, se almacenó en nevera a 4 °C hasta el momento de su incorporación en el yogurt.

Elaboración del yogurt

Este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de la Cátedra de Industria de la Leche y de la Carne, Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV, núcleo Maracay, Venezuela; y se siguió la metodología descrita por Güler-Akin y Akin (2007), resumida mediante el diagrama de flujo que se presenta en la Fig. 1.

Análisis a materia prima y/o producto terminado

En el Laboratorio de la Cátedra de Industria de la Leche y de la Carne, Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV, núcleo Maracay, Venezuela, tanto a la leche de cabra como al yogurt, se le aplicaron los siguientes análisis, por duplicado: grasas (COVENIN, 1997a), proteínas (COVENIN, 1997b); sólidos totales (COVENIN, 1997c) y cenizas (COVENIN, 1982). Para la leche de cabra, el cálculo de la lactosa se realizó por diferencia (sólidos totales menos la sumatoria del contenido de humedad, proteínas, grasas y cenizas) y los sólidos no grasos por la fórmula: $Sng = St - G$, recomendada en la norma de leche cruda (COVENIN, 1993) donde ‘Sng’ representa el contenido de sólidos no grasos (p/v), ‘St’ el contenido en porcentaje de sólidos totales (p/v) y ‘G’ el contenido de grasa en porcentaje (p/v). En el caso del yogurt, el cálculo de los carbohidratos se realizó por diferencia, en forma similar a lo descrito arriba para la lactosa, y se determinó la acidez titulable (COVENIN, 1997d).

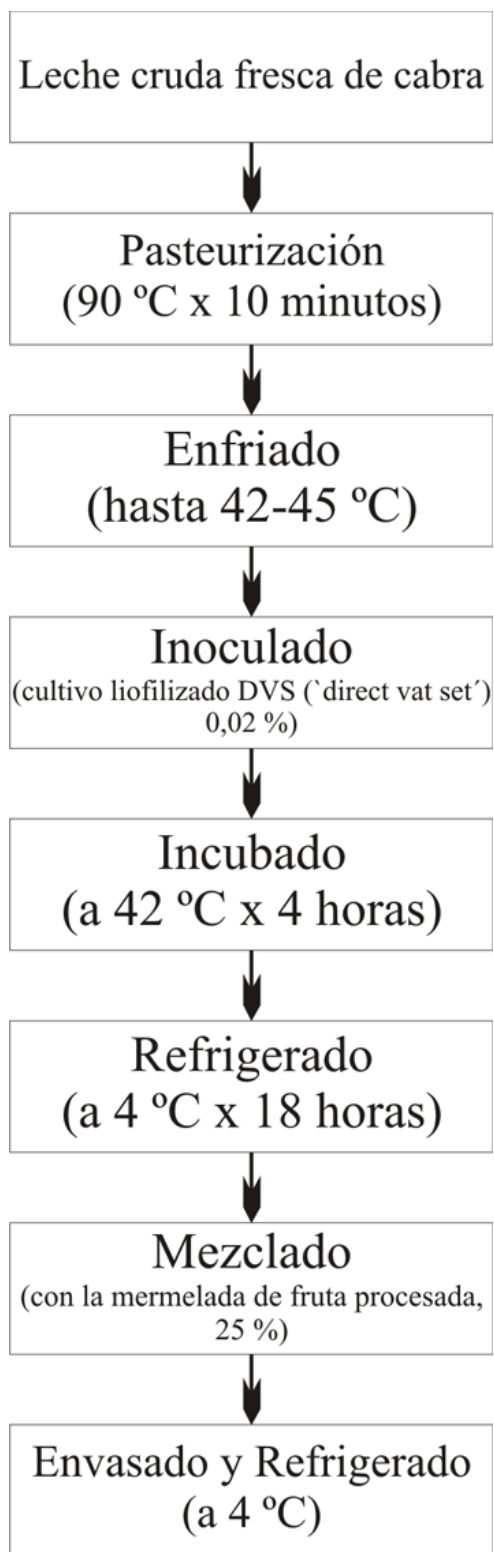


Figura 1.- Diagrama de flujo para la elaboración del yogurt.

Al yogurt se le realizaron de manera adicional determinaciones microbiológicas de mohos y levaduras (COVENIN, 1990), coliformes (COVENIN, 1996), *Staphylococcus aureus* (COVENIN 1989) y de bacterias ácido lácticas (BAL) en medio MRS (De Man, Rogosa y Sharpe), incubado aeróbicamente a 37 °C por 48 horas. La viscosidad aparente del yogurt, vertido en un recipiente de 500 mL de capacidad, se midió utilizando un viscosímetro BROOKFIELD DV-I+ (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA) con sistema “Helipath”, aguja T-D (código S94), a una velocidad de 2,0 rpm, a 18 °C. Los registros se expresaron en centipoise (cP).

Actividad antioxidante

Los análisis de la actividad o capacidad antioxidante, se realizaron en el Laboratorio de Biología Molecular, de la Universidad Simón Bolívar. Todas las muestras fueron centrifugadas a 5000 g x 10 minutos en una centrífuga refrigerada Sorvall® RC-5 (E. I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE, USA) para obtener los extractos acuosos. El ensayo ORAC_{FL} (‘Oxygen Radical Antioxidant Capacity_{Fluorescein}’) fue aplicado a los extractos solubles de las siguientes muestras: a) pulpa de tomate de árbol sin procesar; b) mermelada de tomate; c) yogurt de cabra con fermento seleccionado y d) yogurt batido saborizado con tomate de árbol. Adicionalmente a las 2 muestras de tomate de árbol (a y b), se les determinó el contenido de polifenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu.

En la aplicación del ensayo ORAC_{FL} se siguió el procedimiento descrito por Ou *et al.* (2001) modificado por Dávalos *et al.* (2004): la reacción se llevó a cabo en 75 mM buffer fosfato (PBS) pH 7,4 y el volumen de reacción final fue de 200 µL. Se preparó un blanco usando buffer fosfato en lugar del antioxidante y se prepararon 8 soluciones de Trolox (de

Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania; 0,2-1,6 nmoles, contenido final en mezcla de reacción). Las diluciones de los hidrolizados (20 μL) y la fluoresceína (FL de Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania; 120 μL de 70 nM de concentración final) fueron colocadas en los pozos de una microplaca negra de 96 pozos fondo plano y luego preincubadas por 10 minutos a 40 °C. Luego, rápidamente con una pipeta multicanal se dosificaron, en cada pozo, 60 μL de una solución, 12 mM de concentración final, de AAPH (2,2'-Azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride, suministrado por Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania). Inmediatamente, la microplaca se llevó a un fluorímetro TECAN GENios (Tecan Trading AG, Suiza) con filtros de 485 nm excitación y 520 nm emisión. La temperatura se mantuvo controlada a 37 °C y la fluorescencia se registró durante 137 minutos (104 ciclos), con 10 segundos de agitación antes de cada lectura por ciclo. Todas las mezclas de la curva patrón, blanco y control se sembraron en la placa por duplicado, y para las muestras por triplicado.

La determinación de compuestos fenólicos totales, en las dos muestras de tomate de árbol, se realizó mediante el ensayo Folin-Ciocalteu siguiendo la metodología descrita por Payet *et al.* (2006), se preparó serie de 7 soluciones patrón de ácido gálico (de 0,2 a 0,8 mg/mL) para construcción de curva de calibración, a partir de una solución de 402,6 mg en 50 mL de agua. Cada muestra (pulpa y mermelada) fue disuelta en agua para obtener una concentración de 0,31 g/mL. Se mezclaron en tubos de ensayos 100 μL de muestra o solución patrón, 5 mL de solución acuosa al 10 % del reactivo de Folin-Ciocalteu y 3,5 mL de solución de 11,5 % de carbonato de sodio; se agitaron en vórtex y se colocaron en incubación a 30 °C por una hora en baño de maría; luego de lo cual, se leyó la absorbancia de cada mezcla a 765 nm. Se construyó curva de calibración a partir de la cual se calculó el contenido total de fenoles expresados como mg equivalentes de

ácido gálico/kg de muestra (GAE, 'gallic acid equivalents').

Evaluación sensorial

En el presente trabajo se aplicaron dos tipos de pruebas sensoriales: analíticas con panel entrenado para evaluar las fórmulas prototipo a nivel de laboratorio, y afectivas con consumidores no entrenados tomados al azar para determinar la aceptabilidad de la formulación seleccionada. Para las primeras, se conformó un panel de evaluadores con voluntarios pertenecientes a la comunidad de trabajadores del núcleo Maracay de la UCV. Inicialmente se invitaron a participar a 25 personas, bajo los siguientes criterios: edad entre 25 y 55 años, no fumadores, consumidores de productos lácteos y con disposición de asistir a las sesiones programadas para el panel. Previo a la recolección de datos, se realizaron sesiones de tres horas de entrenamiento para familiarizar a los panelistas con las diferencias en atributos sensoriales (gustos básicos, umbral) y el empleo de escalas de evaluación, de acuerdo a los lineamientos señalados por Wittig de Penna (2001). Con los resultados de estas dos sesiones, se seleccionaron 19 panelistas, de los cuales 4 se retiraron por motivos personales. Para todas las sesiones del presente trabajo siempre se contó con un mínimo de 11 panelistas del total de 15.

Con el objetivo de seleccionar una de las fórmulas prototipo, se aplicó un análisis discriminativo mediante una comparación múltiple escalar no estructurada con el panel entrenado. A los panelistas se les solicitó ubicar en una escala hedónica, no-estructurada de 15 cm, la posición relativa de cada una de las tres muestras presentadas en un orden específico. Sólo se presentaron los extremos de la escala: 'me disgusta mucho' (extremo izquierdo) y 'me gusta mucho' (extremo derecho). Las muestras fueron codificadas con tres dígitos, asignándose tres códigos a cada una y los órdenes de

presentación fueron los siguientes: ABC, ACB, BAC, BCA, CBA, CAB. Se aseguró que cada orden de presentación le correspondió al menos a un panelista, para de esta forma reducir el error causado al evaluar primero la misma muestra (Stone y Sidel, 1993).

La prueba afectiva, con consumidores para determinar la aceptabilidad de la fórmula seleccionada se realizó con 100 personas a las que se le presentó el producto en vasos plásticos desechables, y se les pidió registrasen su respuesta en una planilla en la que se les debían marcar su apreciación del producto en una escala hedónica no-estructura de 15 cm de largo, cuyos extremos estaban marcados como ‘me disgusta mucho’ y ‘me gusta mucho’; se les indicó que el punto central (a 7,5 cm) corresponde a una respuesta ‘indiferente’. Las respuestas fueron tabuladas y expresadas en centímetros (Stone y Sidel, 1993).

Análisis estadísticos

Los resultados se expresan de acuerdo a lo obtenido con la aplicación de una estadística descriptiva (promedio y error estándar). Para la evaluación del concepto se utilizó una distribución de frecuencia de las respuestas seleccionadas por los encuestados. Para el perfil descriptivo inicial se aplicó una prueba no-paramétrica de Friedman (95 % de confianza), debido a que los datos no cumplieron con los supuestos para la aplicación de una prueba paramétrica de análisis de varianza, con una prueba de χ^2 . Para el análisis de los resultados físicos y químicos, cuyos datos tampoco cumplieron con los supuestos de normalidad, se aplicó la prueba no-paramétrica de rangos Kruskal-Wallis (Siegel y Castellan, 1995). En el caso de la selección de la fórmula definitiva, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con diseño de bloques al azar y la diferencia entre medias fue evaluada mediante la prueba de Tukey (Montgomery y Runger, 2004). Las respuestas para determinar la aceptabilidad en la prueba con consumidores se analizaron

mediante estadística descriptiva. Se empleó el paquete estadístico Statistix for Windows, versión 9.0 (Analytical Software, Tallahassee, FL, USA). El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : puntaje del producto en escala no estructurada

μ : media global

τ_i : efecto fijo del i -ésimo nivel tratamiento formulación-tipo fermento

β_j : efecto fijo del j -ésimo bloque (panelista)

ε_{ij} : término del error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación exploratoria inicial

La evaluación del concepto es una parte crítica del sistema de inteligencia de mercado que ayuda a mejorar la toma de decisiones gerenciales suministrando información relevante para el desarrollo de nuevos productos (Aaker y Day, 1990). Los resultados estadísticos de la consulta sobre la intención de compra basada solo en el concepto presentado, mostró una intención promedio de 4 (‘probablemente SI lo compraría’). Se observó además que un 84 % señaló que si lo compraría, bien sea ‘probablemente’ o ‘definitivamente’. Los que dieron respuestas negativas, lo hicieron principalmente por el rechazo que sienten por el sabor de la leche de cabra.

Esta alta aceptabilidad del concepto puede deberse en parte al hecho señalado por Huang *et al.* (2005) de que el término “antioxidante” se está haciendo muy popular en la sociedad moderna gracias a la mayor cobertura que los medios de comunicación están dando a los beneficios a la salud de aquellos que consumen mayores cantidades de compuestos con capacidad antioxidante. Así, que en base a esta respuesta se pudo proseguir con la siguiente etapa del desarrollo.

Perfil descriptivo del yogurt

En Cuadro 1 se resumen los descriptores mencionados en la sesión de grupo con panel entrenado. Para cada atributo se seleccionó un descriptor.

En la Fig. 2, se muestra el perfil descriptivo de ambas muestras. Solo hubo diferencias significativas para el atributo “cremosidad” (según prueba no-paramétrica de Friedman, 95 % de confianza). Este resultado confirma lo señalado por (Farnsworth *et al.*, 2006) sobre la dificultad de elaborar yogurt a partir de leche de cabra con una consistencia comparable con el preparado usando leche de vaca. Ellos se lo atribuyeron al bajo contenido

de caseína α -S1 en la leche de cabra. Esta caseína juega un papel primordial en la coagulación de la leche. Martín-Diana *et al.* (2003) al comparar los mismos tipos de yogurt, igualmente obtuvieron una mejor calificación para la textura del yogurt elaborado con leche de vaca en comparación con el de cabra y una calificación similar para la apariencia de ambos. Sin embargo, en cuanto a las otras características evaluadas (aroma, sabor y aceptabilidad general) ellos obtuvieron menor calificación para el yogurt de cabra, lo cual difiere con el presente trabajo, cuyos resultados permiten afirmar que el yogurt de cabra, en general, es tan aceptado como el elaborado con leche de vaca.

Cuadro 1.- Resumen de los descriptores propuestos para el perfil descriptivo del yogurt.

Atributo	Descriptores mencionados
Apariencia	Homogeneidad*, firmeza-cremosidad, sinéresis
Color	Uniforme, blanco*, brillo
Olor	Natural, ácido*, fresco, agradable
Sabor	Ácido*, dulzor
Consistencia	Firmeza, cremosidad*, cuerpo, homogeneidad, grumosidad

* descriptor seleccionado.

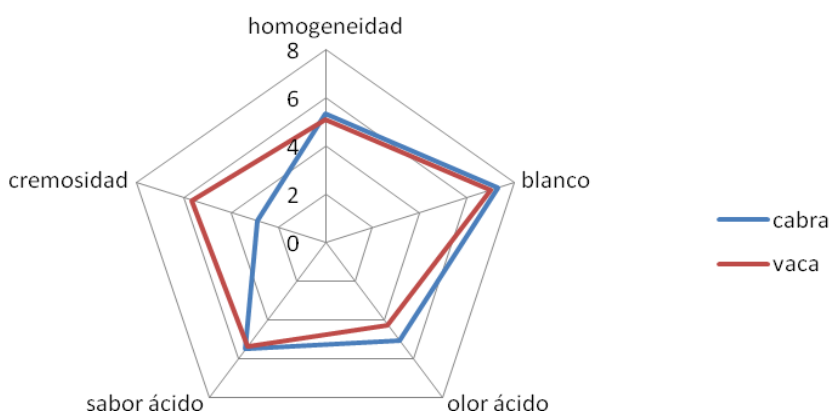


Figura 2.- Perfil descriptivo de un yogurt de cabra y uno de vaca.

Este perfil descriptivo coincide con el elaborado por Vargas *et al.* (2008) sólo en relación a la percepción del sabor ácido y a la consistencia en boca (o cremosidad). En cuanto a ésta última propiedad, los autores le atribuyen la diferencia entre ambos yogures a las variaciones en la microestructura de los geles. El de cabra presenta un gel con menor grado de contracción, y por tanto, con poros más abiertos; esto se lo atribuyeron a una menor intensidad de las fuerzas de atracción entre las miscelas de la leche de cabra, en comparación con las de la leche de vaca. Con respecto a las otras características, sus resultados difieren de los del presente trabajo en: 1) homogeneidad, señalaron que el de cabra presentaba menos grumosidad (mayor homogeneidad), 2) sabor ácido, registraron una percepción similar para ambos tipos, y 3) color blanco, señalaron que el color del de cabra se percibió mucho más blanco. Es difícil llegar a una conclusión en cuanto al resto de los resultados de ambos estudios, ya que las mismas se pueden deber tanto a factores intrínsecos de la materia prima y del producto terminado, como por las condiciones en que se realizaron los ensayos, incluyendo el panel y el entrenamiento recibido.

Martín-Diana *et al.* (2003) propusieron que para mejorar la textura del yogurt se debe aumentar el contenido de sólidos no grasos de la leche y/o emplear fermentos lácticos productores de exopolisacáridos (EPS). Puesto que para este prototipo no se pudieron conseguir sólidos de leche de cabra, y adicionalmente, se deseaba evitar el uso de estabilizantes no proteicos, se decidió buscar y seleccionar entre los fermentos disponibles en el mercado, aquel con el cual se obtuviese un yogurt de cabra con una consistencia lo mas cercana posible a la del yogurt elaborado con leche de vaca, dentro de los parámetros de la norma COVENIN 2393:2001.

Fórmula prototipo

Se realizó la evaluación preliminar de tres proporciones diferentes del yogurt base y la mermelada, utilizando como fermento YoFlex® YC-280. Según el manual del proveedor, este fermento permite la elaboración de un yogurt con “muy alta consistencia”, lo cual se esperaba produciría una mayor sensación de cremosidad. En el Cuadro 2, se observa que la formulación de yogurt con menor aceptabilidad (‘me disgusta ligeramente’, $p < 0,05$) fue la de 90 % yogurt - 10 % saborizante (T3). La que resultó con mayor aceptabilidad fue T1 (70 % yogurt - 30 % saborizante) con una evaluación promedio de ‘me gusta ligeramente’.

Al analizar la composición de la formulación seleccionada 70:30 (yogurt:saborizante) se encontró que la misma no cumplió con el criterio de formulación establecido previamente en cuanto al contenido de proteínas. Al evaluar la composición de la materia prima (Cuadro 3) se encontró que el contenido de proteínas y grasas de la leche en el año 2010, a pesar de provenir del mismo rebaño, eran menores que los de años anteriores. La razón para esta marcada disminución obedece a cambios en la alimentación del rebaño. En vista de estos resultados, se procedió a ajustar la formulación a una proporción 75:25, no muy diferente a la seleccionada originalmente de 70:30. La nueva fórmula presentó valores dentro de los criterios planteados al inicio del trabajo. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la composición para esa formulación y se observa que ésta cumplió con los criterios de formulación, en cuanto a grasa, sólidos no grasos de la leche y acidez.

Para la selección del fermento láctico, se evaluaron las características de los yogures elaborados con tres fermentos YoFlex® diferentes: YC-180, YC-280 y YC-380. En el Cuadro 5, se muestran los resultados obtenidos para la consistencia de cada yogurt, así como su pH y acidez.

Cuadro 2.- Prueba no-paramétrica de Friedman (95 % de confianza), aplicada a los valores obtenidos del panel de consumidores con los que se efectuó la evaluación sensorial de diferentes formulaciones de yogurt.

Tratamiento	Porción yogurt (%)	Porción saborizante (%)	Evaluación promedio*
T1	70	30	4
T2	80	20	3
T3	90	10	2

* Leyenda: 1 Me disgusta mucho, 2 Me disgusta ligeramente, 3 No me gusta ni me disgusta, 4 Me gusta ligeramente y 5 Me gusta mucho.

Cuadro 3.- Comparación entre los resultados de los análisis químicos aplicados a la leche cruda de cabra en el presente trabajo (2010) con los obtenidos por Salvador *et al.* (2006).

Componente (%)	Año 2006*	Año 2010**
Grasa	4,82 ± 1,02	4,49 ± 0,02
Proteína	3,89 ± 0,66	3,17 ± 0,01
Lactosa	-	4,90 ± 0,01
Cenizas	0,70 ± 0,99	0,79 ± 0,01
Humedad	86,25 ± 1,58	86,65 ± 0,01
Sólidos totales	13,64 ± 1,58	13,35 ± 0,01
Sólidos no grasos	8,80 ± 1,16	8,86 ± 0,02

* Promedio de mediciones mensuales registradas durante todo el año 2006.

** Promedio de las mediciones (por duplicado) realizadas sobre la materia prima utilizada en la elaboración del yogurt.

Cuadro 4.- Composición de la fórmula prototipo con la proporción ajustada a 75 % yogurt : 25 % mermelada.

Componente	Resultado	Criterio de formulación
Humedad (% p/p)	77,46	-
Proteína (% p/p)	3,03	≥ 3,0
Grasa (% p/p)	3,15	> 3,2
SNGL (% p/p)	10,95	> 10
Carbohidratos (% p/p)	15,60	-
Cenizas (% p/p)	1,26	-
Acidez (% ácido láctico)	1,05	> 0,7

SNGL: sólidos no grasos de la leche.

Cuadro 5.- Valores de pH, acidez y consistencia de cada yogurt base elaborado con diferentes fermentos YoFlex®.*

Fermento YoFlex®	pH	Acidez (% ácido láctico)	Consistencia (cP)
YC-180	4,29 ± 0,01 ^a	1,15 ± 0,04 ^a	81975 ± 1703 ^a
YC-280	4,50 ± 0,01 ^a	0,90 ± 0,05 ^a	58106 ± 2299 ^b
YC-380	4,14 ± 0,01 ^a	0,92 ± 0,04 ^a	54413 ± 1095 ^b

* Letras en superíndices diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) determinadas mediante prueba de rango no-paramétrica de Kruskal-Wallis.

El yogurt elaborado con YC-180 resultó con mayor consistencia, mientras que los otros dos presentaron una consistencia menor, pero similar entre ellos. Estos resultados no concuerdan con lo señalado por el proveedor, según el cual, el orden de consistencia final, de mayor a menor, sería YC-280 > YC-180 > YC-380 (Chr. Hansen A/S, Dinamarca). Sin embargo, se debe tomar en cuenta que esa información se basa en ensayos realizados con leche de vaca, por lo cual, era de esperar un comportamiento diferente considerando lo anteriormente mencionado sobre las diferencias de la leche de cabra con respecto a la de vaca, especialmente en el contenido de caseína α -S1. Por otra parte, mediante la evaluación sensorial de las fórmulas prototipo, se observó que algunas de las características sensoriales si coincidían parcialmente con las reseñadas por el proveedor (Chr. Hansen A/S, Dinamarca). El yogurt YC-180, por tener un sabor “a yogurt” menos marcado presentó un mayor sabor “a leche de cabra”, no detectable en las otras dos formulaciones; el YC-280 presentó buen sabor “a yogurt” pero la consistencia fue ligeramente filante; el YC-380 presentó un sabor “a yogurt” más intenso, pero a su vez se percibió como el más ácido. Las formulaciones así elaboradas para cada tipo de fermento fueron evaluadas mediante un panel entrenado. En el Cuadro 6 se resumen los resultados. La formulación que recibió mejor puntuación fue la YC-380, con una ponderación de 12,3 cm cercana al máximo

de 15 cm (‘me gusta mucho’). Las otras dos formulaciones recibieron una puntuación cercana al punto medio (7,5 cm) el cual se considera que denota indiferencia hacia ellos, ni gusto ni disgusto marcados. Güler-Akin y Akin (2007) también obtuvieron alto puntaje en la evaluación sensorial de un yogurt de cabra elaborado con el fermento láctico YoFlex® YC-380 de Chr. Hansen (Peyman-Chr. Hansen, Turquía).

Cuadro 6.- Puntaje promedio (expresado en cm) correspondiente a cada formulación evaluada por un panel entrenado.*

Formulación	Evaluación promedio
YC-380	12,3 ± 2,2 ^a
YC-280	7,6 ± 4,7 ^b
YC-180	6,8 ± 4,7 ^b

* Letras en superíndices diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) mediante prueba de comparación de medias de Tukey.

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos para la formulación YC-380. En este caso, también se observa que el prototipo cumplió con los criterios microbiológicos de formulación.

Actividad antioxidante

Una vez seleccionada la formulación

Cuadro 7.- Análisis microbiológicos realizados en la muestra de la fórmula prototipo Y-380.

Determinación	Resultado	Criterio de formulación
Mohos y levaduras (UFC/g)	< 10	< 10 ³
Coliformes (NMP/g)	0,3	< 11
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	6	< 10 ³
Bacterias ácido lácticas (UFC/g)	2,8x10 ⁸	> 10 ⁶

UFC: unidades formadoras de colonias.

NMP: número más probable.

definitiva del yogurt saborizado se procedió a evaluar la actividad antioxidante tanto de los productos en proceso (yogurt base y la mermelada de tomate de árbol) como del producto final. En primer lugar se determinó la actividad antioxidante del tomate de árbol, antes y después del procesamiento aplicado para obtener la mermelada (Cuadro 8). Se ha reseñado que los compuestos fenólicos tienen la habilidad de secuestrar radicales libres gracias a la presencia de grupos hidroxilo en su estructura (Gülçin *et al.*, 2003), por lo cual se asume que la cuantificación del contenido de estos compuestos puede indicar el grado de actividad antioxidante que puede poseer un vegetal determinado. En el presente trabajo, el contenido de estos compuestos en la pulpa fresca de tomate de árbol resultó mayor a los informados por Muñoz-Jáuregui *et al.* (2007) y Vasco *et al.* (2008), de 627,1 y 810 mg GAE/kg de muestra, respectivamente; pero menor al indicado por Ordóñez *et al.* (2010) de 2050 mg GAE/kg de muestra. La divergencia en estos resultados se debe principalmente al tratamiento previo aplicado a la muestra, en el caso de Muñoz-Jáuregui *et al.* (2007) realizaron una extracción en etanol al 60 % y luego una concentración por rotoevaporación, mientras que Ordóñez *et al.* (2010) homogenizaron la fruta fresca con agua destilada, y posteriormente separaron el extracto acuoso por centrifugación a 4500 g x 10 minutos, de forma similar a la realizada en el presente trabajo.

Mertz *et al.* (2009) encontraron que el contenido de compuestos fenólicos en extractos con 70 % acetona del tomate de árbol oscilaba entre 385 y 712 mg GAE/kg de muestra. Sólo uno de los trabajos realizados con tomate de árbol presentó resultados de la actividad ORAC_{FL} de extractos crudos similares a los preparados en el presente trabajo. En la investigación de Mertz *et al.* (2009) los tomates de árbol amarillo y rojo mostraron una actividad ORAC_{FL} de 6,5 y 10,0 µM Trolox equivalentes/g fruta fresca, respectivamente. Estos autores resaltan así la mayor capacidad antioxidante del tomate de árbol rojo en comparación con el amarillo, el cual no posee las antocianinas presentes en la variedad roja. Sin embargo, resultó difícil la comparación con los resultados del presente trabajo puesto que están expresados en miligramos de sólidos solubles y no sobre el peso de la fruta fresca. Luego del tratamiento térmico, el contenido de polifenoles se redujo en un 48 % con respecto a la pulpa fresca sin procesar. Sin embargo, ese valor todavía es considerado como un contenido moderado de compuestos fenólicos acorde a la clasificación presentada por Muñoz-Jáuregui *et al.* (2007). La actividad ORAC_{FL}, por su parte, se vio reducida en un 19 %. En cuanto a la actividad antioxidante del yogurt base, en el Cuadro 9 se observa que fue baja. Diversos autores han señalado que la capacidad antioxidante total de la leche se debe principalmente a las caseínas (Hartmann y

Cuadro 8.- Contenido de polifenoles y actividad ORAC_{FL} de la pulpa de tomate de árbol antes y después del procesamiento.*

Material	Polifenoles (mg GAE/kg de muestra)	ORAC _{FL} (μ M Trolox equivalentes/mg sólidos solubles)
Pulpa fresca	1512 \pm 47 ^a	0,580 \pm 0,083 ^a
Mermelada	792 \pm 35 ^b	0,469 \pm 0,033 ^b

* Letras en superíndices diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) determinadas mediante prueba de rango no-paramétrica de Kruskal-Wallis.

GAE: gallic acid equivalents (equivalentes de ácido gálico).

ORAC_{FL}: Oxygen Radical Antioxidant Capacity_{Fluorescein}.

Cuadro 9.- Actividad ORAC_{FL} del yogurt base y del yogurt batido con pulpa de tomate de árbol.

Yogurt	ORAC _{FL} (μ M Trolox equivalentes/mg sólidos solubles)
Base (natural)	0,293 \pm 0,016 ^b
Batido con tomate de árbol	0,500 \pm 0,049 ^a

* Letras en superíndices diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) determinadas mediante prueba de rango no-paramétrica de Kruskal-Wallis.

ORAC_{FL}: Oxygen Radical Antioxidant Capacity_{Fluorescein}.

Meisel, 2007; Zulueta *et al.*, 2009b). En la actividad ORAC_{FL} del yogurt batido con pulpa de tomate de árbol, se observa que la incorporación de 25 % de mermelada de tomate de árbol al yogurt, incrementó su actividad ORAC_{FL} en un 71 %.

Se obtuvo así un producto con una moderada actividad antioxidante gracias a la incorporación de los polifenoles presentes en la pulpa de tomate de árbol. Este resultado concuerda con la propuesta de Han *et al.* (2011) de incrementar la funcionalidad de los productos lácteos mediante la suplementación con polifenoles, con el objetivo de desarrollar nuevos productos que tengan un impacto positivo en el bienestar y salud del consumidor.

Prueba de aceptabilidad

A 100 consumidores se les suministró una muestra de la formulación de yogurt elaborada con el fermento YC-380, y mezclada con mermelada de tomate de árbol en una proporción 75:25. La evaluación promedio, en

una escala de 0 cm ‘me disgusta mucho’ a 15 cm ‘me gusta mucho’, fue de 12,44 \pm 0,14 cm. Este resultado indicó una buena aceptabilidad del producto.

CONCLUSIONES

La incorporación de la mermelada de tomate de árbol en la elaboración de un yogurt con leche de cabra permitió incrementar la capacidad antioxidante en un 71 % en comparación a un yogurt natural, y al mismo tiempo, resultó en un producto con buena aceptabilidad.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo económico recibido del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV) por el financiamiento del proyecto PI 11-7355-2008/1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaker, David A. and Day, George S. 1990. Marketing Research. (4th. ed.). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Alvarez, Valente B. 2009. Fluid milk and cream products. In The sensory evaluation of dairy products (pp. 73-133). (2nd. ed.). New York, USA: Springer Science + Business Media, LLC.
- Anónimo. 2006. A comer yogurt. PRODUCTO®. Caracas, Venezuela: Grupo Editorial Producto. <http://www.producto.com.ve/272/notas/ocidente/occidente16.html>
- Aponte, Asdrúbal; Debrot, Eduardo; Arnal, Eustaquio; Solórzano, Ramón y Ramos, Fidel. 2005. Diagnóstico de las enfermedades del tomate de árbol en los estados Aragua y Miranda, Venezuela. CENIAP HOY (Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Número 9. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n9/arti/aponte_a/arti/aponte_a.htm
- COVENIN. 1982. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche fluida. Determinación de cenizas. Norma Venezolana COVENIN 368:1982. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1989. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus*. Norma Venezolana COVENIN 1292:1989. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1990. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Método de recuento de mohos y levaduras. Norma Venezolana COVENIN 1337:1990. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1993. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche cruda.. Norma Venezolana COVENIN 903:1993. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1996. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *E. coli* (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 1104:1996. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1997d. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche y sus derivados. Determinación de acidez titulable (3era. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 658:1997. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1997a. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche y sus derivados. Determinación de grasa por el método de Roesse Gottlieb (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 931:1997. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1997b. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche y sus derivados. Determinación de proteínas (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 370:1997. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1997c. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche y sus derivados. Determinación de sólidos totales (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 932:1997. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 2001. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Yogurt (3era. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 2393:2001. Caracas, Venezuela.
- Dalrymple, Douglas J. and Parsons, Leonard J. 1990. Marketing management. Strategyt and cases. (5th. ed.). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Dávalos, Alberto; Gómez-Cordovés, Carmen and Bartolomé, Begoña. 2004. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-Fluorescein) assay. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52(1):48-54.
- Drake, Mary Anne. 2009. Modern sensory practices. In The sensory evaluation of dairy products. (pp. 505-530). (2nd. ed.).

- New York, NY, USA: Springer Science + Business Media, LLC.
- Durán, M.G. y Moreno-Álvarez, M.J. 2000. Evaluación de algunas mezclas de solventes en la extracción de carotenoides del pericarpio de tamarillo (*Cyphomandra betacea* Sendt). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 3(1):34-38.
- Earle, Mary; Earle, Richard and Anderson, Allan. 2001. *Food product development*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- Erdmann, Kati; Cheung, Belinda W.H. and Schröder, Henning. 2008. The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 19(10):643-654.
- Espín, Juan Carlos y Tomás-Barberán, Francisco A. 2005. Constituyentes bioactivos no-nutricionales de alimentos de origen vegetal y su aplicación en alimentos funcionales. En *Alimentos funcionales*. (pp. 101-165). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- FAO/WHO. 2009. *Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Norma del Codex para las confituras jaleas y mermeladas. CODEX STAN 296-2009*.
- Farnsworth, J.P.; Li, J.; Hendricks, G.M. and Guo, M.R. 2006. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 65(1-2):113-121.
- Güler-Akin, Mutlu B. and Akin, M Sedar. 2007. Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chemistry*. 100(2):788-793.
- Gülçin, İlhami; Oktay, Münir; Kırçç, Ekrem and Küfrevioğlu, Ö. İrfan. 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*. 83(3):371-382.
- Haenlein, G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51(2):155-163.
- Han, Jaejoon; Britten, Michel; St-Gelais, Daniel; Champagne, Claude P.; Fustier, Patrick; Samieri, Stéphane and Lacroix, Monique. 2011. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. *Food Chemistry*. 124(4):1589-1594.
- Hartmann, Rainer and Meisel, Hans. 2007. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology*. 18(2):163-169.
- Heatherbell, D.A.; Reid, M.S. and Wrolstad, R.E. 1982. The tamarillo: chemical composition during growth and maturation. *New Zealand Journal of Science*. 25:239-243.
- Huang, Dejian; Ou, Boxin and Prior, Ronald L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(6):1841-1856.
- Koolman, J. and Roehm, K.H. 2005. *Color atlas of biochemistry*. (2nd. ed.). New York, USA: Thieme.
- Korhonen, Hannu and Pihlanto, Anne. 2006. Bioactive peptides: production and functionality. *International Dairy Journal*. 16(9):945-960.
- Kou, Mei Chun; Yen, Jui Jung; Hong, Jing Ting; Wang, Chia Ling; Lin, Chia Wei and Wu, Ming Jiuan. 2009. *Cyphomandra betacea* Sendt. phenolics protect LDL from oxidation and PC12 cells from oxidative stress. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie (LWT) - Food Science and Technology*. 42(2):458-463.
- Martín-Diana, A.B; Janer, C.; Peláez, C. and Requena, T. 2003. Development of a fermented goat's milk containing probiotic

- bacteria. *International Dairy Journal*. 13(10):827-833.
- Medina, Carlos; Allara, María; Izquierdo, Pedro; Sánchez, Egar; Piñero, María Y. y Torres, Gabriel. 2010. Residuos de insecticidas organoclorados en yogurt firme de tres marcas comerciales, elaborado en Venezuela. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XX(2):203-211.
- Mertz, Christian; Gancel, Anne Laure; Gunata, Ziya; Alter, Pascaline; Dhuique-Mayer, Claudie; Vaillant, Fabrice; Pérez, Ana Mercedes; Ruales, Jenny *et al.* 2009. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22(5)381-387.
- Montgomery, Douglas C. y Runger, George C. 2004. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Moreno-Álvarez, Mario José; Girán, Nathaly; Serrano, Karla; García, David y Belén-Camacho, Douglas R. 2003. Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 53(3):282-286.
- Muñoz-Jáuregui, Ana María; Ramos-Escudero, D. Fernando; Alvarado-Ortiz Ureta, Carlos y Castañeda-Castañeda, Benjamín. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 73(3):142-149.
- Ordóñez, Roxana M.; Cardozo, María Luz; Zampini, Iris Catiana and Isla, María Inéz. 2010. Evaluation of antioxidant activity and genotoxicity of alcoholic and aqueous beverages and pomace derived from ripe fruits of *Cyphomandra betacea* Sendt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(1):331-337.
- Ou, B.; Hampsch-Woodill, M. and Prior, R.L 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(10):4619-4626.
- Özer, Barbaros H. and Kirmaci, Huseyin Avni. 2010. Functional milks and dairy beverages. *International Journal of Dairy Technology*. 63(1):1-15.
- Payet, Bertrand; Shum-Cheong-Sing, Alain and Smadja, Jacqueline. 2006. Comparison of the concentrations of phenolic constituents in cane sugar manufacturing products with their antioxidant activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(19)7270-7276.
- Raynal-Ljutovac, K.; Lagriffoul, G.; Paccard, P.; Guillet, I. and Chilliard, Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Ruminant Research*. 79(1):57-72.
- Recio, Isidra y López-Fandiño, Rosina. 2005. Ingredientes y productos lácteos funcionales: bases científicas de sus efectos en la salud. En *Alimentos funcionales*. (pp. 23-100). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Repo de Carrasco, Ritva y Encina-Zelada, Christian René. 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 74(2):108-124.
- Reyes-Chilpa, Ricardo y Sanabria-Diago, Olga Lucía. 1993. Tomate de árbol. *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendtn. *Etnobotánica*. N° 2. Grupo Etnobotánico Latinoamericano (GELA). <http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/gela/page13.html>
- Robles-Sánchez, Maribel; Gorinstein, Shela; Martín-Belloso, Olga; Astiazarán-García, Humberto; González-Aguilar, Gustavo y Cruz-Valenzuela, Reinaldo. 2007. Frutos

- tropicales minimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interciencia*:32(4):227-232.
- Salvador, Alejandro; Martínez, Gonzalo; Alvarado, Carlos y Hahn, Martin. 2006. Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*. 24(3):307-320.
- Siegel, Sidney y Castellan, N. John. 1995. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. (4ta. ed.). México: Editorial Trillas.
- Stone, H. and Sidel, J. 1993. Sensory evaluation practices. (2nd. ed.). San Diego, California, USA: Academic Press, Inc.
- Vargas, Maria; Cháfer, Maite; Albors, Ana; Chiralt, Amparo and González-Martínez, Chelo. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*. 18(12):1146-1152.
- Vasco, Catalina; Ruales, Jenny and Kamal-Eldin, Afaf. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry*. 111(4):816-823.
- Wittig de Penna, Emma. 2001. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago de Chile, Chile: Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html
- Wrolstad, Ronald E. and Heattherbell, David A. 1974. Identification of anthocyanins and distribution of flavonoids in tamarillo fruit (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 25(10):1221-1228.
- Zulueta, A.; Maurizi, A.; Frígola, A.; Esteve, M.J.; Coli, R. and Burini, G. 2009b. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*. 19(6-7):380-385.
- Zulueta, Ana; Esteve, Maria J. and Frígola, Ana. 2009a. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chemistry*. 114(1):310-316.