

## APROVECHAMIENTO DEL FRUTO DE MATE (*CRESCENTIA CUJETE L*) PARA EL DESARROLLO DE MERMELADA

## USE OF THE FRUIT OF MATE (*CRESCENTIA CUJETE L*) FOR THE DEVELOPMENT OF JAM

Salazar Garcés, Diego Manolo<sup>1\*</sup>; García Granda, Mariana Estefany<sup>1</sup>; Pérez Aldás,  
Lander Vinicio<sup>1</sup>; Álvarez Calvache, Fernando Cayetano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Av. De los Chasquis y Rio  
Payamino, CP: 180206, Ambato- Ecuador. \*Correo electrónico: dm.salazar@uta.edu.ec.

Recibido: julio 21 de 2022; Aceptado diciembre de 2022

### RESUMEN

En este trabajo se utilizó la pulpa de mate (*Crescentia cujete L*) para el desarrollo y caracterización de mermelada. Se produjeron cuatro tipos de mermeladas en base a pulpa y trozos del fruto de mate, edulcorado con azúcar y sucralosa. Los resultados permitieron comprobar que la relación fruta (pulpa o trozos)-edulcorante (azúcar o sucralosa) intervienen en las propiedades físico-químicas, sensoriales, microbiológicas y reológicas de las mermeladas. El análisis físico-químico permitió establecer que es un fruto ácido (pH 4,6; 0,22% acidez), con 6,4 grados Brix y humedad del 82,4 %. El ácido representativo del fruto corresponde a ácido cítrico. La evaluación sensorial mostro que la formulación realizada con pulpa y con adición de sucralosa fue la que mejor aceptabilidad mostro. Las mermeladas presentaron índices de comportamiento con valores menores a la unidad ( $n < 1$ ). La evaluación del contenido nutricional mostro 94,29 % humedad, 0,53 % proteína, 0,64 % grasa, 3,20 % fibra, 0,22 % cenizas, 1,12 % carbohidratos y 12,37 kcal. Por

otra parte, se estimó el tiempo de vida útil mediante la evaluación de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.

\*Autor de correspondencia: Salazar Garcés, Diego. Correo electrónico: [dm.salazar@uta.edu.ec](mailto:dm.salazar@uta.edu.ec)

**Palabras claves:** fruto mate; edulcorante; mermelada.

## ABSTRACT

In this work, the jam was developed and characterized from the fruit of mate (*Crescentia cujete* L). Four types of jams were produced based on pulp and pieces of mate and sweetened with sugar and sucralose. The results verified that the relationship between fruit (pulp or pieces) and sweetener (sugar or sucralose) intervenes in the physical-chemical, sensory, microbiological, and rheological properties of jams. The physical-chemical analysis allowed us to establish that it is an acid fruit (pH 4.6 0.22% acidity), with 6.4 of Brix degrees, and humidity of 82.4%. The representative acid of the fruit corresponds to citric acid. The sensory evaluation showed that the formulation with pulp and sucralose has the best acceptability. The jams presented performance indices with values less than unity ( $n < 1$ ). The evaluation of the nutritional content showed 94.29% moisture, 0.53% protein, 0.64% fat, 3.20% fiber, 0.22% ashes, 1.12% carbohydrates and 12.37 kcal. On the other hand, the useful lifetime was estimated by evaluating mesophilic aerobes, total coliforms, molds, and yeasts.

**Keywords:** mate fruit; sweetener; jam.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Mate (*Crescentia cujete* L) es un fruto perteneciente a la especie de la familia *Bignoniaceae* Juss, se desarrolla en climas

húmedos, sabanas y selvas bajas (Figura 1). Su procedencia data de las sabanas del sur de México, América Central y zona

norte de Sudamérica (Salazar et al., 2017). Se lo conoce con varios nombres comunes: higüero (Puerto Rico); güira (República Dominicana); calabaza (Cuba); taparo (Venezuela); mate, pilche (Ecuador); huingo (Perú); bassenboon (Surinam); cuite (Brasil); calabash, calabash-tree (Estados Unidos), jícara, jícara, morro, guacal, calabacero totumo (América Central), cujete, cirían, tocomate, guaje (México) (Pool-Chalé, 2014). La pulpa de mate se muestra de color blanca, gelatinosa y esponjosa que encierra numerosas semillas según su estado de madurez (Botero & De La Ossa, 2011).

El Mate es una especie multipropósito, presenta varios usos como son el uso ancestral, alimenticio, medicinal y de ornamentación (Ramírez, 2020). Es un fruto con grandes posibilidades de aprovechamiento, facilidades de propagación, capacidad de crecimiento en varias regiones, por todas estas ventajas este cultivo representa una oportunidad de expansión en el mercado (Cotta, 2017; Garavito Carvajal, 2010). Por otro lado, el interés en este fruto desde el punto de vista artesanal ha hecho que se lo utilice para elaborar artesanías como cuencos, cucharas, entre otros, sin embargo la pulpa de este fruto se desperdicia y no se aprovecha, de ahí el interés por evaluar las

características que posee y a la vez proponer alternativas de transformación e industrialización (Dawodu et al., 2016; Recalde Cedeño, 2015).

La pulpa del fruto con la semilla triturada contiene un 12.5% Proteína, 14.8% Grasa, 2% Cenizas, 0.4% Fósforo, 2.30% Potasio, 0.18% Magnesio y 0.4 % Calcio. Mientras que la pulpa cruda del fruto contiene ácidos orgánicos (cianhídrico, cítrico, tartárico) y de manera general en el fruto se puede encontrar la presencia de alcaloides y polifenoles (Espitia-Baena et al., 2011; Obayomi et al., 2019).

**Figura 1.** Fruto de Mate variedad *Crescentia cujete L*



En el desarrollo de alimentos la producción de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares que busca extender la vida útil de las frutas en general (Kopjar et al., 2009). Una de las técnicas para obtener una viscosidad óptima es recurrir a la concentración de azúcares añadidos y a la adición de agentes espesantes, en este sentido, el mate

muestra una característica mucilaginoso propia que podría mejorar las características espesantes para generar una viscosidad óptima (Sherif, 2018, Devi

et al., 2017). El objetivo de este trabajo fue producir mermelada a partir del fruto de *Mate Crescentia cujete L* y evaluar sus características.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Obtención de la pulpa de mate

El mate fue adquirido en el sector de Santa Martha-Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador en estado de madurez “*tierno*”. Se eliminaron aquellas muestras en mal estado (con roturas pronunciadas en la corteza, con moho, con aroma fermentado, entre otros), se desarrolló el trabajo con aquellas muestras que se encontraban en condiciones adecuadas tanto físicas como sensoriales. Se realizó un lavado con agua clorada (8-10 ppm) para eliminar microorganismos e impurezas que podrían estar adheridos a la corteza

### Caracterización de la pulpa de mate

Debido a que el mate es un fruto del cual no se ha reportado suficiente información se realizaron algunas caracterizaciones previas al desarrollo de la mermelada.

### Propiedades físico-químicas

El pH de la pulpa de fruto se determinó mediante un potenciómetro HANNA HI 9126 (Rhode Island, EE.UU.). La acidez en

la pulpa se determinó por titulación con NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador acorde a la metodología descrita en la AOAC 947.05. El contenido de sólidos solubles se midió con un refractómetro digital VEEGEE BX-1 (Kirkland, EE.UU.). Cada determinación se realizó al menos por triplicado.

### Almidón total y Amilosa

La determinación del contenido de almidón y amilosa se realizó con el empleo del kit enzimático “Megazyme” (Merck KGaA, Darmstadt, Alemania) (AOAC 996.11) (AOAC, 2005). La absorbancia para la determinación del contenido de almidón y amilosa a una longitud de onda de 510 nm se realizó en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Fisher, Waltham, Massachusetts, EE. UU.). La cuantificación de almidón y amilosa se realizó mediante la aplicación de las ecuaciones proporcionadas por el fabricante.

### Compuestos fenólicos

La cuantificación de compuestos fenólicos se realizó con el reactivo Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) se midió en un espectrofotómetro UV-Visible (Evolution 60 S) la absorbancia a 765 nm. Se utilizó ácido gálico como estándar y los resultados se expresaron como  $\mu\text{g}$  de equivalente de ácido gálico / g de muestra. Todas las muestras se determinaron al menos por triplicado.

### Preparación y caracterización de la mermelada

La producción de mermeladas y su formulación varía según el tipo de fruta. En este estudio se utilizó una formulación base 40: 60 - fruta: azúcar, realizadas mediante dos formas de procesamiento, en trozos de fruta y pulpa, con dos tipos de edulcorantes, azúcar y sucralosa (Tabla 1).

**Tabla 1.** Codificación de los tratamientos empleados en la elaboración de mermelada

Código	Producto
MTAz	Mermelada de mate en trozos con azúcar
MPAz	Mermelada de mate en pulpa con azúcar
MTS	Mermelada de mate en trozos con sucralosa
MPS	Mermelada de mate en pulpa con sucralosa

### Caracterización de la mermelada

#### Propiedades físico-químicas

El pH se determinó mediante un potenciómetro HANNA HI 9126 (Rhode Island, EE.UU.). La acidez se determinó por titulación con NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador acorde a la metodología descrita en la AOAC 947.05. El contenido de sólidos solubles se midió con un refractómetro digital VEEGEE BX-1 (Kirkland, EE.UU.). Cada determinación se realizó al menos por triplicado.

#### Análisis proximal

El análisis proximal se desarrolló acorde a la metodología descrita en la AOAC: Humedad, siguiendo la metodología descrita en la AOAC 925.45 (AOAC, 2000); contenido de proteína según el método AOAC 991.2 (AOAC, 2016); grasa con el método Soxhlet AOAC 2033.06; cenizas, según el método de calcinación AOAC 923.03; fibra cruda según lo descrito en la AOAC 994.12 (AOAC, 2000); carbohidratos totales por diferencia.

El valor energético se estimó por cada 100 gramos de muestra, debido a que la suma total de calorías de los componentes individuales es el valor energético de cada componente: proteína ( $\times 4 \text{ kcal / g}$ ), carbohidratos ( $\times 4 \text{ kcal / g}$ ) grasa, ( $\times 9 \text{ kcal$

/ g) y contenido de fibra ( $\times 2$  kcal / g). Los valores fueron estimados por el Sistema Atwater.

### Color

El color se determinó con un colorímetro (LOVIBOND, LC 100, EE. UU) utilizando la escala CIELAB con los parámetros  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (rojo/verde),  $b^*$  (amarillo/azul). La coordenada de saturación  $C^*$  (Chroma) se calculó mediante la expresión  $C^* = \sqrt{(a^2 + b^2)}$ , el ángulo de tono ( $^\circ H$ ) con la ecuación ( $^\circ H$ ) =  $\arctg(b^* / a^*)$  y el índice de blancura (IB) con la ecuación  $IB = L - 3b + 3a$ . Las medidas se realizaron en 5 secciones diferentes de las placas y por triplicado.

### Parámetros reológicos

Las propiedades reológicas se realizaron en un Reómetro Modular Compacto (Anton Paar MCR302, Graz, Austria) usando una geometría plato-rugosa (60mm de diámetro y 1,5 mm de espacio). Se utilizó un sistema de cilindros concéntricos (CC27) para pruebas. La experimentación reológica se realizó por triplicado.

### Calidad microbiológica

La calidad microbiológica de las mermeladas se determinó en función de *Escherichia coli* mediante el método AOAC

991.14, bacterias aerobias mesófilas, se evaluó acorde al método oficial AOAC 990.12. Los análisis de mohos y levaduras se realizaron siguiendo el método oficial AOAC 997.02. La estimación del tiempo de vida útil se determinó en base al crecimiento microbiano durante un periodo de 6 meses de almacenamiento a temperatura ambiente, se realizó el cálculo de UFC / g de mermelada.

### Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial de las mermeladas se evaluaron 4 formulaciones, se evaluó atributos como color, viscosidad, sabor y aceptabilidad. El ensayo se llevó a cabo con un panel formado por 20 catadores entrenados. El tipo de ficha que se adoptó fue una escala hedónica de 1 a 5, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software, San Diego, California, EE. UU.) Con un análisis de varianza bidireccional. La prueba de comparaciones se llevó a cabo con la prueba de Tukey con un nivel de significación de  $P \leq 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Caracterización del fruto de mate

Los resultados de la caracterización del fruto de mate muestran que el pH tiene valores de ~ 4,16, 0,22 % acidez (ácido cítrico), 6,4 °Brix (sólidos solubles) y 83.4 % humedad, estos resultados son similares a los reportados por Florez (2012) en un estudio realizado en Colombia al mate en estado verde que mostró valores de pH de 4,36, acidez 0,33 %, grados Brix 10 y humedad 60,12 %.

#### Almidón total y Amilosa

El contenido de almidón total en el fruto de mate fue de 44 % y 46.7 % de amilosa, no se reporta bibliografía referencial sobre contenidos de almidón y amilosa en este tipo de frutos, se puede señalar estudios realizados sobre la cuantificación de almidón en el plátano (43.8 %) y amilosa (40.7 %), siendo ambos frutos climatéricos y cultivados en la Costa (Pérez et al., 2002). El contenido de almidón puede variar debido al origen, estado de maduración y almacenamiento de los frutos (Aristizábal et al., 2007). Mientras que el contenido de amilosa varía con el crecimiento del gránulo del almidón presente en frutos (Reyes-Atrizco et al., 2019).

#### Compuestos fenólicos

La cuantificación de compuestos fenólicos realizada en la pulpa de mate fue 0.02 µg de ácido gálico/g de muestra. No se evidencia estudios en relación al contenido fenólico en la pulpa del fruto de mate, sin embargo Parvin et al. (2015), reportan 0.028 µg ácido gálico/g de muestra en hojas del fruto de mate. Las frutas generalmente son fuente de compuestos fenólicos, un consumo alto de frutas podría disminuir la incidencia de enfermedades crónicas como de tipo cardiovascular y el cáncer (Muñoz Jáuregui et al., 2007). Dentro de los frutos que presentan alto contenido de compuestos fenólicos se encuentra el tomate de árbol, ciruela, carambola, naranja, kiwi, cereza y badea con valores cercanos a 2010.40 µg de ácido gálico/g de muestra. La variación del contenido de compuestos fenólicos de una fruta a otra puede verse afectado por factores genéticos, condiciones ambientales de pre-cosecha (tipo de suelo,

temperatura, agua, nutrientes) (Zaro, 2014).

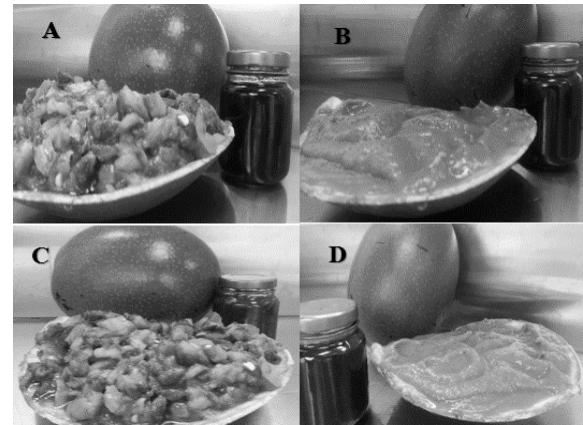
### Almidón total y Amilosa

En el fruto de mate el contenido de almidón total fue de 44 % y 46.7 % de amilosa, no se reporta bibliografía referencial sobre contenidos de almidón y amilosa en este tipo de frutos, se puede señalar estudios realizados sobre la cuantificación de almidón en el plátano (43.8 %) y amilosa (40.7 %), siendo ambos frutos climatéricos y cultivados en zonas húmedas y cálidas (Pérez et al., 2002). El contenido de almidón puede variar debido al origen, estado de maduración y almacenamiento de los frutos (Aristizábal et al., 2007). Mientras que el contenido de amilosa varía con el crecimiento del gránulo del almidón presente en los frutos (Reyes-Atrizco et al., 2019).

### Caracterización de la mermelada

Las cuatro formulaciones de mermelada se muestran en la Figura 2.

**Figura 2.** Mermelada de mate en trozos con azúcar (A), en pulpa con azúcar (B), en trozos con sucralosa (C), en pulpa con sucralosa (D).



Los resultados de los parámetros físico-químicos de las mermeladas desarrolladas se muestran en la Tabla 2. Los valores de pH alrededor de 3,5 son importantes debido a que favorecen la gelificación de la pectina y además son estables microbiológicamente (Belović et al., 2017). Los valores de pH muestran diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). En los tratamientos MPAz y MTAz el pH varió de 2,82 a 2,84 a diferencia de los tratamientos MTS y MPS que presentan valores de 3,22 a 3,25. Una experimentación realizada en mermelada de fresa en relación 60-40 % en su formulación presentó valores de pH de 2,91-3,5, almacenadas por 60 días. Los valores de pH que muestran las mermeladas permiten inferir que se encuentran protegidas contra el ataque de microorganismos que no crecen a estos valores de pH.



La acidez de la mermelada elaborada a partir del fruto de mate fue expresada en % de ácido cítrico, al ser este ácido el predominante en el fruto (Recalde Cedeño, 2015). En mermeladas el porcentaje de acidez expresada como ácido cítrico es del 0.5 y 1%. Una acidez baja dificultará la gelificación y ocasionará la cristalización de la mermelada. Por otro lado, una acidez alta podría causar compresión en el gel y por consiguiente la liberación del agua atrapada en el producto, lo que provocará granulación en la muestra (Alves de Oliveira et al., 2015). En los valores de acidez no se observa diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), los resultados muestran valores que oscilan del 0,83 y 0,84 %. Khan *et al.*, (2012) reportaron valores de acidez entre 0,68 y 0,86 % en mermelada de fresa. Un parámetro primordial en la calidad de la fruta es la acidez, al representar la intensidad sensorial del contenido de ácidos orgánicos (Musacchi y Serra, 2018). En el fruto de mate los ácidos orgánicos responsables de conferir el sabor ácido a la fruta son el ácido cítrico, tartárico y cianhídrico (Espitia-Baena *et al.*, 2011).

Los sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), los  $^{\circ}$ Brix varían para los tratamientos elaborados con adición de sucralosa desde

4,1 a 5,1, mientras que para los tratamientos elaborados con adición de azúcar van de 65,2 a 65,5. Una experimentación realizada en mermelada tipo light de frutilla empleando sucralosa como edulcorante reportó 4.2 % sólidos solubles (Mancheno Mora, 2011).

**Tabla 2.** Propiedades fisicoquímicas de mermeladas de mate

Muestras	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix)
MTAz	2,84 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,84 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	65,2 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>
MPAz	2,82 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,83 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	65,5 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>
MTS	3,25 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>	0,84 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	4,4 $\pm$ 0,36 <sup>c</sup>
MPS	3,22 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,83 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	5,1 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>

MTAz (mermelada de mate en trozos con azúcar), MPAz (mermelada de mate en pulpa con azúcar), MTS (mermelada de mate en trozos con sucralosa), MPS (mermelada de mate en pulpa con sucralosa). Las diferentes letras en los superíndices indican diferencia significativa, mediante la prueba Tukey al 95%.

#### Color

Los resultados correspondientes a los parámetros de color se muestran en la tabla 3. Los parámetros L\*, a\* y b\* mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). La luminosidad de las mermeladas preparadas con azúcar MTAz

y MPAz mostró una coloración oscura a diferencia de los tratamientos MTS y MPS que contienen adición de sucralosa. Este efecto se podría atribuir a una reacción de Maillard debido a la temperatura de preparación (105-115°C). Asimismo, se podría esperar oscurecimiento debido a la polifenoloxidasas (PFO), la cual debido a la oxidación y polimerización ocasiona la formación de melaninas lo que resulta en el oscurecimiento de las frutas (Benedek *et al.*, 2020; Gómez y Hernandez, 2014).

La tendencia a los rojos presentó variabilidad de en los cuatro tratamientos MTAz, MPAz, MTS y MPS, los valores muestran tendencia a los tonos rojos debido al color que toma el fruto de Mate una vez se lo está procesando. Para la coordenada  $b^*$  existió diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), el tratamiento MTAz presentó un color amarillo al obtener valor positivo, a diferencia de los tratamientos MPAz, MTS y MPS con valores negativos determinando tendencia a los tonos de color azul (Tonato y Karen, 2017) . Los tratamientos MTAz y MPAz presentaron valores mayores (0,68-0,79) a diferencia de los tratamientos MTS y MPS con valores menores (0,32-0,34)

evidenciando que los tratamientos elaborados con azúcar obtuvieron intensidad alta de color. Valores elevados del parámetro  $C^*$  evidencian intensidad alta de color como lo mencionan Pathare *et al.*, (2012). Una experimentación realizada en mermelada a partir de la fruta umbucajazeira reportó en el parámetro  $L^*$  valores mayores de 20 a 27,64 para mermeladas con adición de azúcar a diferencia de las mermeladas con xilitol como consecuencia de la caramelización de azúcar. De igual manera señaló para las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  coloración roja y amarilla respectivamente y en el parámetro  $C^*$  existió valores altos. Los valores obtenidos se corresponden a los mencionados por De Oliveira Mamede *et al.*, (2013) en mermelada dietética de umbu-caja (*Spondias sp.*).

**Tabla 3.** Parámetros de color en las mermeladas

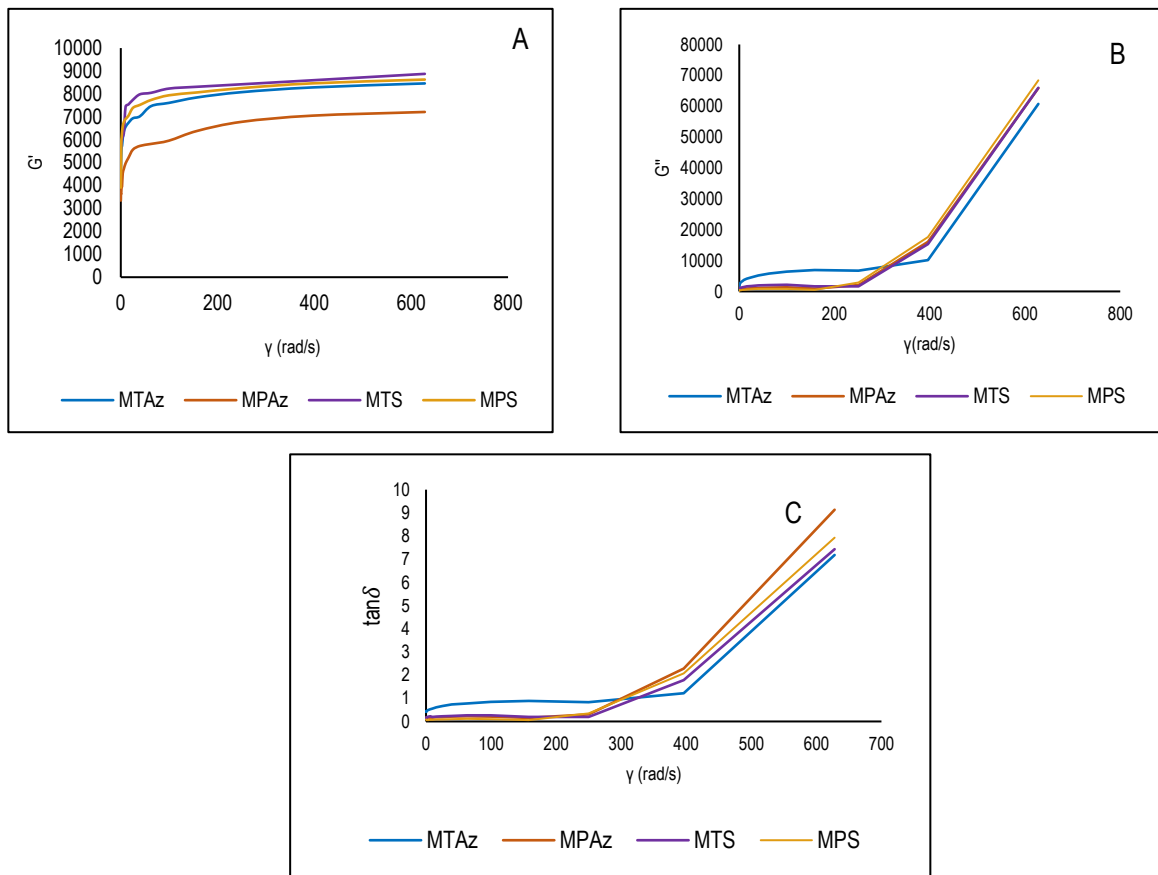
Parámetros	MTAz	MPAz	MTS	MPS
L*	3,49±0,66 <sup>a</sup>	4,95±0,28 <sup>b</sup>	17,6±1,69 <sup>c</sup>	16,94±0,12 <sup>c</sup>
a*	0,56±0,37 <sup>a</sup>	0,79±0,17 <sup>a</sup>	2,54±0,55 <sup>b</sup>	2,92±0,06 <sup>b</sup>
b*	0,09±0,36 <sup>a</sup>	0,01±0,27 <sup>a</sup>	1,86±0,30 <sup>b</sup>	1,66±0,08 <sup>b</sup>
C*	0,68±0,34 <sup>a</sup>	0,83±0,16 <sup>a</sup>	0,32±0,36 <sup>b</sup>	0,34±0,36 <sup>b</sup>
H*	155,89±0, <sup>4a</sup>	170,39±0,04 <sup>ab</sup>	323,01±0,68 <sup>b</sup>	330,21±0,47 <sup>b</sup>

MTAz (mermelada de mate en trozos con azúcar), MPAz (mermelada de mate en pulpa con azúcar), MTS (mermelada de mate en trozos con sucralosa), MPS (mermelada de mate en pulpa con sucralosa). Las diferentes letras en los superíndices indican diferencia significativa, mediante la prueba Tukey al 95%.

### Parámetros reológicos

Los perfiles obtenidos del módulo de almacenamiento ( $G'$ ), módulo de pérdida ( $G''$ ) y  $\tan \delta$  en función de la frecuencia angular (Figura 3) permiten evidenciar que el módulo  $G'$  y  $G''$  incrementa cuando se aumenta la frecuencia angular en todos los tratamientos. Todos los tratamientos presentaron valores de  $\tan \delta < 1$ , lo que permite inferir que las mermeladas presentan un comportamiento más elástico que viscoso. En general, los cuatro tratamientos evaluados en la mermelada mostraron que  $G'$  es mayor que  $G''$ , lo que indica que se encuentra mayor contribución del componente elástico sobre el viscoso, similar a lo reportado por Baixauli Marín

(2015). Asimismo, la evaluación reológica mostró un comportamiento pseudoplástico ya que el índice de comportamiento muestra valores menores a la unidad ( $n < 1$ ) en base al ajuste a la ley de la potencia. Los valores obtenidos comprueban que la Ley Potencia es el modelo más empleado en la descripción de comportamientos reológicos en mermeladas (Santos *et al.*, 2013). El índice de consistencia  $K$  es mayor en mermeladas con adición de azúcar a diferencia de las de adición de sucralosa. El aumento de concentración de azúcar baja la disponibilidad de agua libre ocasionando el déficit de formación de puentes de hidrógeno en la mermelada, causando mayor resistencia al flujo (Figuroa-Flórez *et al.*, 2017).



**Figura 3.** (A) Módulo de almacenamiento  $G'$ , (B) Módulo de pérdida  $G''$  y (C)  $\tan \delta$  en función de la frecuencia angular.

### Calidad microbiológica

Los resultados de la evaluación microbiológica mostraron que no existió crecimiento microbiano de ninguno de los microorganismos evaluados durante los cuatro meses consecutivos de evaluación. Olmedo and Judith (2014) en mermelada de mora con *Chaguarmishqui* reportaron ausencia de microorganismos para coliformes totales, mohos y levaduras. La

humedad relativa (30 %) y temperatura (20 °C) de almacenamiento fueron condiciones favorables de almacenamiento para evitar el crecimiento microbiano, lo que permite una evaluación objetiva del efecto de los parámetros de conservación sobre la calidad y seguridad del producto.

La formulación empleada en una mermelada repercute en la calidad, sabor y gelificación del producto. En el presente estudio se utilizó una formulación 40:60 en

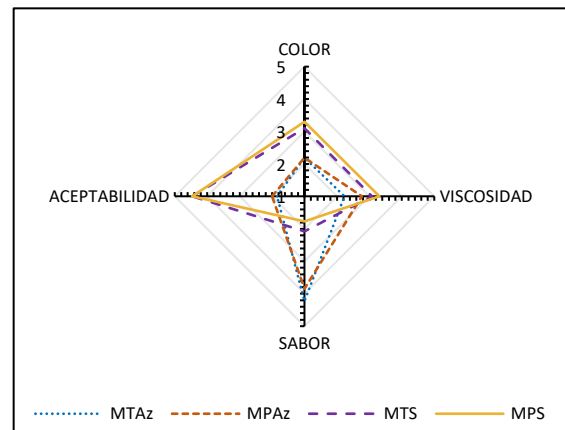
relación fruta azúcar, la incidencia de la cantidad de azúcar añadida está en relación a procesos de fermentación y proliferación de microorganismos si la cantidad es inferior al 60%. Por otro lado, si la cantidad de azúcar es superior al 60% se corre el riesgo que se produzca cristalización (Benedek *et al.*, 2020). En el caso de mermeladas con sucralosa podrían ser un medio para la proliferación microbiana, sin embargo este posible defecto se solventa con la adición de un conservante como el sorbato de potasio en concentración de 2g/kg (Granados y Torrenegra, 2017; Retamal y Nicole, 2012).

### Evaluación sensorial

Los resultados obtenidos en la evaluación de los parámetros sensoriales se muestran en la Figura 4. La evaluación sensorial de las mermeladas permitió establecer que existieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ). Parámetros como color, viscosidad, sabor y aceptabilidad fueron evaluados. Los tratamientos elaborados con sucralosa fueron las que presentaron mayor aceptabilidad, mayor puntuación en el color y viscosidad. Los resultados reportados por los catadores muestran que los tratamientos MPS y MTS presentaron mayor intensidad de color, de acuerdo a las observaciones emitidas por los catadores

las mermeladas presentan un color violeta carmín. El sabor en ocasiones puede resultar difícil de evaluar debido a la complejidad de parámetros como olor, aroma y gusto que se juntan en un solo elemento (Guaman y Nelson, 2017). De manera general los tratamientos MTaz y MPaz presentaron mayor puntuación en el atributo sabor y fueron calificados como muy dulce. En las mermeladas MPS y MTS el sabor fue descrito como ácido, debido probablemente a la acidez propia de la fruta. Finalmente, el tratamiento MPS fue el que mejor puntuación presentó.

**Figura 4.** Evaluación sensorial de mermelada a partir del fruto de mate



### Parámetros de calidad del mejor tratamiento

#### Análisis proximal

La composición proximal de la mermelada PS (mermelada de mate en pulpa con

sucralosa) que obtuvo la mejor puntuación en el análisis sensorial presenta un valor de humedad de 94.29 %, valor que está por encima de lo reportado por Mazón (2015) en un estudio realizado en mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol con sucralosa en donde reportó 72.83% humedad. El contenido de humedad se relaciona de manera directa con el contenido de sólidos solubles, en este sentido la sucralosa no aporta sólidos solubles con lo que el producto tiende a presentar mayor contenido de humedad (Retamal y Nicole, 2012). En cuanto al contenido de proteína se observa un valor de 0,53%, en torno a este parámetro normalmente los productos de este tipo muestran bajos contenido debido principalmente a la naturaleza de los frutos.

El contenido de grasa fue 0.64%, Cisneros Cabrera (2018), reportó un valor de 0.17% de grasa en mermelada de jaca elaborada con stevia. El contenido graso es mínimo debido a que ninguna materia prima o aditivo utilizado representa una fuente de lípidos, por lo que, la mermelada resulta baja en contenido calórico y desde el punto de vista tecnológico se tiene estabilidad del gel ya que se observa una sola fase estable (Olmedo y Judith, 2014). El contenido de fibra de la mermelada es de 3,20%, el contenido resulta atractivo ya que al ser un

componente que mejora las características del producto ya que evitando la sinéresis y por ende mejora la vida útil de la mermelada (Pérez-Herrera *et al.*, 2019). En cuanto al contenido de cenizas se observa que la mermelada posee un 0,22%, atribuible probablemente a distintos tipos de minerales, ácido ascórbico y vitaminas que se encuentren en el fruto. En torno al contenido de carbohidratos se observa que el producto tiene 1,12%, valor reducido debido a la no inclusión de azúcar en esta formulación. Este resultado en conjunto con el reducido contenido graso permite establecer que esta mermelada es baja en calorías y podría ser consumida por personas que requerimientos específicos. Este resultado se corresponde con lo reportado por Mazón (2015), en un estudio realizado en mermelada de tomate de árbol empleando como edulcorante sucralosa. Márquez *et al.*, (2016) mencionan que la sucralosa como sustituto del azúcar no aumenta los sólidos solubles debido a la mínima cantidad que se adiciona en los productos. La mermelada presenta un valor calórico de 12.37 Kcal, valor inferior al reportado por Anrrango y Burbano (2012) en mermelada de nopal con sucralosa.

#### **Análisis de parámetros de calidad**

Con la finalidad de establecer la consistencia adecuada de la mermelada se realizó la prueba de la gota (Swier *et al.*,

2019), que consiste en dejar caer gotas de mermelada dentro de un vaso con agua, si la gota va al fondo del vaso sin desintegrarse se ha conseguido la consistencia adecuada, en este caso la mermelada desarrollada cumple con este criterio de calidad.

El vacío determinado en el envase fue de  $8,38 \pm 0,15$  inHg, valor que cumple con las

normas de sellado de envases y de acuerdo a las condiciones ambientales es un valor recomendado para mantener las características organolépticas y físicas. En relación al volumen ocupado ( $149.34 \pm 1.44$  mL) se estableció que cumple con los requisitos establecidos por la norma INEN 0405 (1988).

#### 4. CONCLUSIONES

A partir del fruto de mate se logró desarrollar mermeladas edulcoradas con azúcar y sucralosa. La caracterización de las propiedades fisicoquímicas, reológicas, microbiológicas y sensoriales mostraron resultados prometedores en torno al desarrollo de este tipo de productos en base a frutos que normalmente no se utilizan.

El análisis sensorial permitió determinar que los tratamientos con adición de sucralosa obtuvieron una media superior en aceptabilidad en comparación con sus homólogos desarrollados con azúcar. La vida útil estimada en tiempo real para los tratamientos fue de cuatro meses, en los que se nota ausencia de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) y a la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador por el apoyo financiero y las facilidades

para llevar a cabo los trabajos experimentales de esta investigación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves de Oliveira, E. N., da Costa Santos, D., Gomes, J. P., Rocha, A. P. T., & da Silva, W. P. (2015). Physicochemical Stability of

Diet Umbu-Caja Jams Stored under Ambient Conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(1), 70-79.

- Anrrango, A., & Burbano, A. (2012). *Elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (Opuntia ficus indica) y fresa (Fragaria vesca L.)* Universidad Técnica del Norte]. Ibarra-Ecuador.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Lorío, D. M. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma.
- Baixauli Marín, E. A. (2015). *Influencia de distintos polioles en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de mermelada de fresa*
- Belović, M., Torbica, A., Pajić-Lijaković, I., & Mastilović, J. (2017). Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. *Food chemistry*, 237, 1226-1233.
- Benedek, C., Bodor, Z., Merrill, V. T., Kókai, Z., Gere, A., Kovacs, Z., Dalmadi, I., & Abrankó, L. (2020). Effect of sweeteners and storage on compositional and sensory properties of blackberry jams. *European Food Research and Technology*, 246(11), 2187-2204.
- Botero, L. M., & De La Ossa, V. (2011). Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (Crescentia cujete) en ganado vacuno de doble propósito. *Zootecnia Tropical*, 29(3), 293-300.
- Cisneros Cabrera, F. J. (2018). *Desarrollo de formulación para la elaboración de mermelada de fruto jaca (Artocarpus heterophyllus Lam.) con sustitución parcial de azúcar por edulcorantes* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...].
- Cotta, J. N. (2017). Revisiting Bora fallow agroforestry in the Peruvian Amazon: Enriching ethnobotanical appraisals of non-timber products through household income quantification. *Agroforestry systems*, 91(1), 17-36.
- Dawodu, O. A., Lawal, O. A., Ogunwande, I. A., & Giwa, A. A. (2016). Volatile constituents of Crescentia cujete L. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 4(4), 1-3.
- De Oliveira Mamede, M. E., De Carvalho, L. D., De Souza Viana, E., De Oliveira, L. A., Dos Santos Soares Filho, W., & Ritzinger, R. (2013). Production of dietetic jam of umbu-caja (Spondias sp.): physical, physicochemical and sensorial



- evaluations. *Food and Nutrition Sciences*, 4(04), 461.
- Espitia-Baena, J. E., Duran-Sandoval, H. d. R., Fandiño-Franky, J., Díaz-Castillo, F., & Gómez-Estrada, H. A. (2011). Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L.(totumo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(4), 337-346.
- Figueroa-Flórez, J. A., Barragán-Viloria, K., & Salcedo-Mendoza, J. G. (2017). Comportamiento reológico en pulpa edulcorada de mango (*Mangifera indica* L. cv. Magdalena river). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), 615-627.
- Florez, E. (2012). Evaluación de pulpa de totumo (*Crescentia cujete* L) ensilada en dos estados de maduración como alternativa en alimentación bovina. *Temas Agrarios*, 44-51.
- Garavito Carvajal, C. P. (2010). Informe final proyecto establecimiento y fortalecimiento de sistemas productivos artesanales orientados al mercado verde y al biocomercio en el departamento de Córdoba.
- Gómez, J., & Hernandez, N. (2014). Uso del tomate *Solanum lycopersicum* L. de calidad inferior (Clase II) en la preparación de mermelada baja en calorías.
- Granados, C. C., & Torrenegra, M. A. (2017). Elaboración de una mermelada a partir del peciolo de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*). *@ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(2), 32-40.
- Guaman, V., & Nelson, L. (2017). *Extracción de pectina de la cáscara de plátano de dos variedades con dos índices de madurez. Quevedo 2016* [Quevedo: UTEQ].
- Khan, R. U., Afridi, S. R., Ilyas, M., Sohail, M., & Abid, H. (2012). Development of strawberry jam and its quality evaluation during storage. *Pakistan Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 45(1), 23-25.
- Mancheno Mora, G. A. (2011). *Desarrollo de un Prototipo de Mermelada LIGHT de Frutilla Ecológica, Utilizando Sucralosa (splenda) como Edulcorante no Calórico*
- Márquez, C., Caballero, B., & Vanegas, K. (2016). Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Temas Agrarios*, 32-39.
- Mazón, E. G. P. (2015). *Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de*

tomate de árbol CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA DE ALIMENTOS].

Evaluation of in vitro anti-inflammatory and antibacterial potential of *Crescentia cujete* leaves and stem bark. *BMC research notes*, 8(1), 412.

Muñoz Jáuregui, A. M., Ramos-Escudero, D. F., Alvarado-Ortiz Ureta, C., & Castañeda Castañeda, B. (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.

Pathare, P., Opara, U., & Al-Said, F. (2012). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technol*, 6(1), 36-60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>

Musacchi, S., & Serra, S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234, 409-430.

Pérez-Herrera, A., Martínez-Gutiérrez, G. A., León-Martínez, F. M., & Sánchez-Medina, M. A. (2019). The effect of the presence of seeds on the nutraceutical, sensory and rheological properties of *Physalis* spp. fruits jam: a comparative analysis. *Food chemistry*, 125141.

Obayomi, M., Suleiman, B., & Bashir, A. (2019). Proximate and anti-nutrient composition of *Azelia Africana* and *Crescentia Cujete* seeds. *Ife Journal of Agriculture*, 31(2), 72-79.

Pérez, L. A. B., Ramos, S. M. C., Manilla, R. R., Fera, J. S., & Aparicio, A. J. (2002). Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* L.(var. Macho). *Agrociencia*, 36(2), 169-180.

Olmedo, Q., & Judith, E. (2014). *Elaboración de mermeladas baja en calorías utilizando los componentes edulcorantes que posee el chaguarmishqui (Agave), con frutas de la zona, en la Escuela De Gastronomía de Salud Pública-ESPOCH Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*].

Pool-Chalé, M. R. (2014). La jícara y sus usos tradicionales en Yucatán, una vasija hecha del fruto de *Crescentia cujete* L.(Bignoniaceae). 116-118.

Parvin, M. S., Das, N., Jahan, N., Akhter, M. A., Nahar, L., & Islam, M. E. (2015).

Ramírez, S. (2020). Treasures in an Old Armoire. *Review: Literature and Arts of the Americas*, 53(2), 299-303.

- Recalde Cedeño, C. E. (2015). *Evaluación de las características físico-químicas de Crescentia cujete (TOTUMO) de diferentes zonas de la provincia de Los Ríos, con la finalidad de proponer su aprovechamiento agroindustrial* Quevedo: UTEQ].
- Retamal, V., & Nicole, M. (2012). Elaboración de mermelada light de durazno.
- Reyes-Atrizco, J. N., Agama-Acevedo, E., Bello-Perez, L. A., & Alvarez-Ramirez, J. (2019). Morphological, molecular evolution an in vitro digestibility of filamentous granules of banana starch during fruit development. *International journal of biological macromolecules*, 132, 119-125.
- Salazar, L., Rafael, L., & Paladines Santacruz, G. L. (2017). *Caracterización físico-química y actividad antioxidante del aceite obtenido de las semillas del fruto del mate (Crescentia cujete L.)* [Trabajo de Titulación, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas]. Guayaquil-Ecuador.
- Santos, M. d. S., Lima, J. J. d., Petkowicz, C. L. d. O., & Candido, L. M. B. (2013). Chemical characterization and evaluation of the antioxidant potential of gabioba jam (Campomanesia xanthocarpa Berg). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(1), 73-82.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Swier, T. L., Rani, S., & Bashir, K. (2019). Manufacturing of Jams, Jellies, and Marmalades from Fruits and Vegetables. In *Processing of Fruits and Vegetables* (pp. 59-80). Apple Academic Press.
- Tonato, C., & Karen, D. (2017). Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (Theobroma cacao L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango.
- Zaro, M. J. (2014). *Análisis de factores que afectan la acumulación, distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica en berenjena (Solanum melongena L.)* Facultad de Ciencias Exactas].