

Efecto de la ultra-congelación, el escaldado y la pasteurización sobre la calidad sensorial de la pulpa de mango hilacha

Gustavo A. Buelvas S., Margarita L. Castro R. y María T. Avendaño B.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la ultra-congelación, el escaldado y la pasteurización sobre la calidad sensorial de la pulpa de mango de hilacha del occidente antioqueño. Para ello se realizaron cuatro tratamientos: T1. Despulpado-Pasteurización, T2. Despulpado-Escaldado-Ultra-congelación T3. Despulpado sin cáscara-Ultra-congelación y T4. Despulpado sin cáscara - Pasteurizado. Todos los tratamientos se compararon contra una pulpa comercial como tratamiento control (T5). El análisis estadístico realizado mostró que la mayor aceptación sensorial en sabor, olor, color, viscosidad y calidad general la presentaron las pulpas de los tratamientos T3 y T4, las cuales no mostraron diferencias estadísticas (valor $p \leq 0,05$) respecto al control (T5). Las pulpas T1 y T2 obtuvieron la menor calificación.

Palabras claves: Análisis sensorial, Escaldado, Pasteurización. Pulpa de mango, Ultra-congelación.

I. INTRODUCCIÓN

El mango es una de las frutas priorizadas en Colombia con la cual se aspira a ser competitivos en los mercados nacionales e internacionales [1] debido a que esta fruta es muy apetecida a nivel mundial por su sabor, aroma, color, contenido de vitaminas (A y C), minerales (Hierro y el fósforo) y fibra, lo que la hace además una fruta recomendada para ser parte de la dieta de personas saludables [2] - [3] - [4].

Sin embargo, el mango es fruta tropical que presenta el problema de tener una vida útil corta, de 6 a 7 días como máximo [4]. Esto representa una gran oportunidad para la industria de alimentos la cual puede generar nuevos e innovadores productos con tiempos de vida útil más prolongada [4]. Una de estas alternativas son las pulpas de frutas obtenidas mediante diferentes tecnologías de conservación.

Los tratamientos térmicos son los métodos de conservación más utilizados para inactivar enzimas y evitar crecimiento de microorganismos (patógenos y alterantes) en los alimentos, ya que pueden causar enfermedades a los consumidores o deteriorar la calidad del producto [5] - [6] - [7]. Entre estos tratamientos encontramos: la pasteurización y el escaldado [8].

La pasteurización es un proceso térmico relativamente suave que consiste en aplicar la relación adecuada de tiempo/temperatura donde se garantice la inocuidad conservando el contenido nutricional y la mayor cantidad de atributos sensoriales [8]. Por su parte el escaldado, es un tratamiento térmico previo que puede realizarse de dos formas: sumergir la fruta en agua en ebullición o aplicar vapor directo sobre la fruta. En ambos casos se debe garantizar que la temperatura interna de la fruta alcance los 75°C; esto con la finalidad de inactivar enzimas como la polifenoloxidasas que causan un deterioro progresivo, afectando el color de las frutas [9]; eliminar el aire ocluido en el interior de la fruta, reducir el número de microorganismos, remover olores y sabores indeseables, fijar el color y ablandar la fruta para facilitar el pelado y posterior despulpado de la misma [3] - [10] - [11].

Por otro lado, la ultra-congelación es otra alternativa de conservación que recientemente se está empleando para conservar la calidad e inocuidad de productos perecederos, ya que genera estructuras micro-cristalinas en el tejido celular de los alimentos, lo cual garantiza una descongelación sin cambios en el volumen y con pérdidas de agua reducidas; por lo que se conservan en mayor medida el contenido nutricional, vitaminas y minerales durante los procesos de congelación y descongelación. Esto permite que los alimentos descongelados mantengan características muy similares a los alimentos originales, lo que no es posible lograr con la metodología de congelación lenta tradicional, debido a las transformaciones que el alimentos sufre durante este proceso [12].

Teniendo en cuenta los beneficios de cada uno de los tratamientos de conservación y que estos pueden afectar en mayor o menor medida la calidad sensorial de los alimentos [13] se propone como objetivo de este trabajo evaluar el efecto de la ultra-congelación, el escaldado y la pasteurización sobre la calidad sensorial de la pulpa de mango de hilacha del occidente antioqueño.

Gustavo A. Buelvas Salgado: gabuelvass@unal.edu.co, Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia.

Margarita L. Castro: macari45@gmail.com, Líder SENNOVA, Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño.

María T. Avendaño: mariatteressa@hotmail.com, Aprendiz de Técnica en Agroindustria alimentaria, Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima: El mango de hilacha (*Mangifera indica* L) empleado para realizar esta investigación fue suministrado por la asociación de productores de mango ASOFRUSAT, ubicada en la vereda Santa Rita, del municipio de Sopetrán-Antioquia.

Tratamientos de conservación: El mango de hilacha fue seleccionado, clasificado de acuerdo a la tabla de color del mango de hilacha [14]. Posteriormente el mango de estado E:3 y E:4 es lavado para retirar las impurezas mayores y sumergido en una solución de Citrosan al 3% por 10 minutos para ser desinfectado. Luego se procedió a realizar cuatro tratamientos de conservación utilizando las técnicas planteadas a continuación con el fin de determinar su efecto sobre calidad sensorial de la pulpa de mango.

Tratamiento 1 (T1) Despulpado-Pasteurización: La fruta entera lavada y desinfectada es despulpada mecánicamente en una despulpadora marca CI TALSAL-D1000 en un tamiz de 3,5 mm, luego la pulpa es refinada en un tamiz de 2,0 mm. La pulpa de mango refinada es empacada en frío en bolsas pasteurizables y llevada al proceso térmico de pasteurización el cual se realizó sumergiendo el producto por 40 minutos en agua a 90°C. Finalizado esto el producto es almacenado en refrigeración $4\pm 1^\circ\text{C}$.

Tratamiento 2 (T2) Despulpado-Escaldado-Ultra-congelación: La fruta entera lavada y desinfectada es escaldada, este procedimiento consistió en sumergir la fruta entera por 8 minutos en agua a 85°C. Luego la fruta entera es despulpada mecánicamente en una despulpadora marca CI TALSAL-D1000 en un tamiz de 3,5 mm, luego la pulpa es refinada en un tamiz de 2,0 mm. La pulpa escaldada y despulpada es empacada y llevada a un ultra-congelador marca TECNOMAC-E10.3.5 hasta que el centro térmico de las muestras alcanzó los -30°C . El producto final es almacenado en congelación $-18\pm 1^\circ\text{C}$.

Tratamiento 3 (T3) Despulpado sin cáscara-Ultra-congelación: La fruta entera lavada y desinfectada es despulpada manualmente retirando la cáscara y luego se refinó en un tamiz 2,0 mm en la despulpadora marca CI TALSAL-D1000. Posteriormente la pulpa refinada es empacada y llevada a un ultra-congelador marca TECNOMAC-E10.3.5 hasta que el centro térmico de las muestras alcanzó los -30°C . El producto final es almacenado en congelación $-18\pm 1^\circ\text{C}$.

Tratamiento 4 (T4) Despulpado sin cáscara - Pasteurizado: La fruta entera lavada y desinfectada es despulpada manualmente retirando la cáscara, antes de ser refinada en un tamiz 2,0 mm en la despulpadora marca CI TALSAL-D1000. La pulpa refinada se empacó en frío en una bolsa Flex Up pasteurizable. Finalmente la pulpa es pasteurizada, el tratamiento consistió en sumergir las muestras por 30 minutos en agua a 85°C. El producto final es almacenado a temperatura ambiente.

Tratamiento 5 (T5) Tratamiento control: Se utilizó una referencia comercial como criterio de comparación entre los tratamientos realizados.

Las pulpas de todos los tratamientos se almacenaron durante 30 días en refrigeración o congelación antes de realizar la evaluación sensorial con la finalidad de evaluar la efectividad de los procesos realizados.

Análisis fisicoquímicos: Antes de realizar los tratamientos de conservación se realizó una caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango de hilacha. Para evaluar el contenido de humedad (% X_{bh}) se determinó según el método AOAC 925.45 [15]. El pH, la acidez, los °Brix se determinaron según la Norma Técnica Colombiana 440 de 1971 [16]. El contenido de sólidos solubles totales, se determinó calculando la diferencia entre el peso de la muestra y su contenido de humedad.

Evaluación sensorial: La evaluación sensorial de las muestras de cada uno de los tratamientos realizados se realizó empleando una prueba descriptiva cuantitativa [17] a 60 consumidores de pulpa de fruta. Dicha prueba consistió en valorar los siguientes descriptores sensoriales (Sabor, olor y color característico, viscosidad y calidad general del producto) en una escala de 10 puntos no estructurada.

Diseño experimental: Se realizó un diseño experimental factorial completamente aleatorizado, donde cada uno de los tratamientos es considerado como un factor de estudio y los descriptores sensoriales evaluados son las variables respuesta del experimento. Los resultados del experimento fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizándose el método de LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). El ANOVA se realizó con el paquete estadístico STATGRAPHIC plus versión Centurión XVI [18].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan los resultados fisicoquímicos de las pulpas de mango.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de mango de hilacha del occidente antioqueño.

Parámetro fisicoquímico	Pulpas de mango
% Humedad	81,415 \pm 0,091
pH	4,075 \pm 0,007
% de acidez	0,5695 \pm 0,024
% Sólidos solubles	16,100 \pm 0,141
% Sólidos totales	18,585 \pm 0,091

Media \pm desviación estándar

La Tabla 1, presentó los resultados fisicoquímicos de la pulpa de mango de hilacha proveniente del municipio de Sopetrán, la cual contiene un 18,585 \pm 0,091% de sólidos

solubles totales de los cuales $16,1 \pm 0,141$ son sólidos solubles asociados al contenido de fructosa y glucosa de la fruta [2]. Resultados similares del contenido de sólidos solubles han sido reportados por [19] quienes estudiaron los atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria, en donde analizaron el mango de hilacha proveniente de los municipios Olaya, Santa Bárbara, Montebello, encontrando que el porcentaje de sólidos solubles es de 16,73%, 17,28% y 16,40% respectivamente [19].

Por su parte la Figura 1 muestra el resultado del análisis sensorial de los cinco tratamientos analizados.

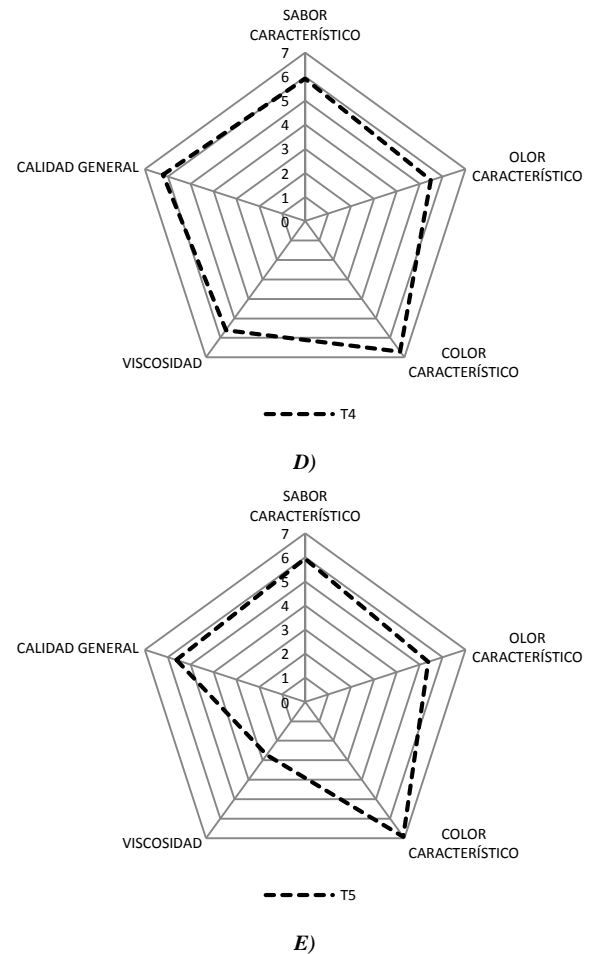
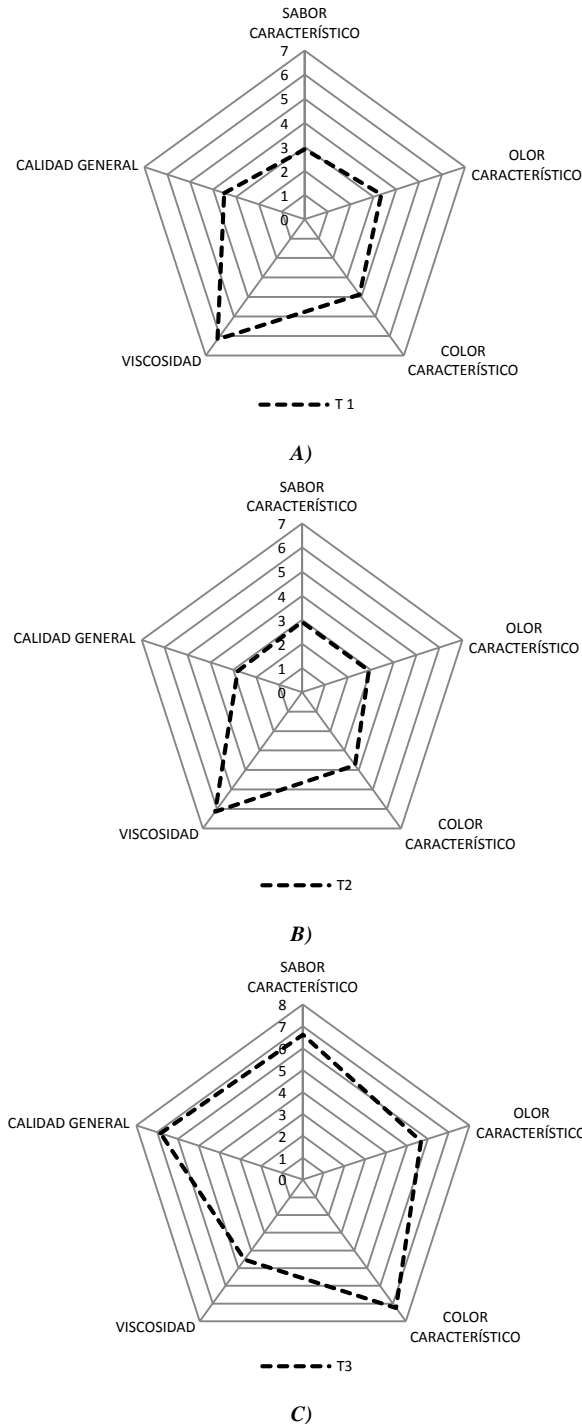


Fig. 1. Evaluación sensorial de las pulpas de mango tratadas con los diferentes tratamientos de conservación **A)** Tratamiento 1, **B)** Tratamiento 2, **C)** Tratamiento 3, **D)** Tratamiento 4, **E)** Tratamiento 5.

La Tabla 2, presenta la media de los resultados obtenidos para cada uno de los descriptores sensoriales ilustrados en la Figura 1.

Tabla 2. Evaluación sensorial de las pulpas de mango ultra-congeladas, escaldadas y pasteurizadas.

Trat.	Sabor	Olor	Color	Viscosidad	Calidad general
T1	$2,90 \pm 2,1^a$	$3,30 \pm 2,3^a$	$3,87 \pm 2,7^a$	$6,16 \pm 2,7^a$	$3,51 \pm 2,1^a$
T2	$2,92 \pm 2,1^a$	$2,91 \pm 2,3^a$	$3,74 \pm 2,2^a$	$6,13 \pm 2,6^a$	$2,81 \pm 1,9^a$
T3	$6,61 \pm 2,2^b$	$5,66 \pm 2,6^b$	$7,25 \pm 2,0^b$	$4,52 \pm 2,4^b$	$6,84 \pm 2,5^b$
T4	$5,91 \pm 2,2^b$	$5,48 \pm 2,5^b$	$6,70 \pm 2,1^b$	$5,60 \pm 2,3^a$	$6,21 \pm 2,2^{bc}$
T5	$5,94 \pm 2,4^b$	$5,38 \pm 2,8^b$	$6,92 \pm 1,9^b$	$2,72 \pm 2,2^c$	$5,62 \pm 2,7^c$

Media \pm desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (valor $p \leq 0,05$).

El análisis estadístico reportado en la Tabla 2 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa (valor $p \leq 0,05$) en el sabor, olor, color viscosidad y calidad general de las pulpas de mango tratadas con los tratamientos de conservación. Donde la mayor aceptación de dichos descriptores sensoriales la presentaron las pulpas de los tratamientos T3, T4 y T5 en comparación con las pulpas de los tratamientos T1 y T2 que obtuvieron la menor calificación.

En cuanto al sabor, color y olor característico a mango, la pulpa T3 fue la que mayor aceptación presentó, seguida de la T5 y la T4. Las pulpas T1 y T2 obtuvieron la menor calificación, este comportamiento es atribuido a que los consumidores detectaron sabores y olores objetables asociados a cocido, amargo y ácido, así como una menor intensidad en el color. La presencia de estos resultados objetables puede estar relacionada a la presencia de la cáscara, ya que el despulpado se realizó sin retirarla. Además el tratamiento térmico pudo haber resaltado la presencia de estas características no deseadas. Resultados similares han sido reportados por [20] quienes trataron térmicamente jugos de mango de las variedades Tommy Atkins y Keitt observando cambios en el contenido de carotenoides, compuestos que son los responsables del color [20]; sin embargo, otros autores afirman que no se presentaron cambios significativos en la evaluación de las características sensoriales de color, olor y sabor de los jugos pasteurizados y frescos de mango [8].

Así mismo, las pulpas T1 y T2 presentaron el menor color característico y la mayor viscosidad respecto a las pulpas T3, T4 y T5, lo cual puede ser atribuido a los cambios fisicoquímicos que se presentan durante el tratamiento térmico de estos tratamientos (pasteurización y escaldado). Mendoza en 2015 estudió el efecto del escaldado sobre el color y el contenido de vitamina C del mango hilacha, encontrando que la estabilidad del color y del contenido de vitamina C dependen de la temperatura y el tiempo de calentamiento, disminuyendo su valor con el aumento de estos parámetros [21].

Conforme a lo anterior la pulpa T3 presentó la mayor calidad general que los otros tratamientos realizados (T1, T2, T4) y que la pulpa control - T5, (Tabla 2). Este comportamiento es atribuido a que la pulpa T3 fue despulpada manualmente, retirando la cáscara antes de ser refinada y ultra-congelada, por lo que este procedimiento mantuvo la calidad y evitó la presencia de los sabores objetables que se presentaron en las pulpas de los tratamientos T1 y T2.

Por su parte la pulpa T4, presentó la segunda mayor aceptación sensorial. Este tratamiento es muy interesante debido a que al retirar manualmente la cáscara, el proceso de pasteurización no afectó significativamente (valor $p \leq 0,05$) la calidad sensorial del producto respecto a T3, (ver Tabla 2). Esto es algo positivo ya que el tratamiento de pasteurización puede garantizar una mayor estabilidad durante el almacenamiento, conservando el contenido nutricional y la mayor cantidad de atributos sensoriales [8].

IV. CONCLUSIONES

El despulpado de la fruta entera, sin previo retiro de la cáscara, presentó efectos negativos en la aceptación sensorial, el sabor, el olor, el color y la viscosidad de las pulpas pasteurizadas y escaldadas (T1 y T2).

La ultra-congelación combinada con un el retiro manual de la cáscara (Tratamiento T3) produjo la mayor aceptación sensorial, manteniendo así el sabor, olor, color y viscosidad característicos de la pulpa de mango.

Retirar manualmente la cáscara (despulpado manual) antes del refinado de la pulpa, y combinarlo con un proceso de pasteurización (Tratamiento T4) puede ser una alternativa viable para el desarrollo de pulpas estables a temperatura ambiente ya que este proceso mantuvo una aceptación sensorial, un sabor, olor, color y viscosidad igual a las pulpas del tratamiento T3. Sin embargo se han realizar más ensayos para poder garantizar esta afirmación.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA y en especial al Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño por facilitar los recursos para el desarrollo de este trabajo de investigación.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] J. R. Alvarado Moreno, "Las tareas del acuerdo de competitividad de la cadena del mango," *Frutas & Hortalizas*, vol. 25, pp. 16–21, 2012.
- [2] J. Aular and Y. Rodríguez, "Características físicas y químicas y prueba de preferencias de tres tipos de mangos criollos venezolanos," *Bioagro*, vol. 17, pp. 1–6, 2005.
- [3] J. Zambrano, A. Valera, M. Maffei, and W. Materano, "Efecto del escaldado y la adición de preservativos sobre la calidad de la pulpa de mango tipo 'bocado' almacenada bajo refrigeración," *Agron. Trop.*, vol. 58, no. 3, pp. 257–265, 2008.
- [4] V. D. Quintero, G. A. Giraldo, and M. R. Cortes, "Desarrollo De Pulpa De Mango Común Tratada Enzimáticamente Y Adicionada Con Calcio , Oligofruktosa Y Vitamina C," *Rev. Temas Agrar.*, vol. 16, no. 1, pp. 52–63, 2011.
- [5] F. Coll Cárdenas, L. Giannuzzi, M. A. Noia, and N. Zaritzky, "El modelado matemático: Una herramienta útil para la industria alimenticia," *Cienc. Vet.*, pp. 22–28, 2001.
- [6] K. Muñoz Durango, K. Bravo Muñoz, P. Zapata Ocampo, and J. Londoño Londoño, "Caracterización preliminar del enzima polifenol oxidasa en frutas tropicales: Implicaciones en su proceso de industrialización," *Sci. Tech.*, vol. 13, no. 33, pp. 161–164, 2007.
- [7] L. I. Latorre V, A. L. Pantoja, D. F. Mejía España, O. Osorio, and A. M. Hurtado, "EVALUATION OF THERMAL TREATMENTS FOR INACTIVATION OF ENZYMES IN FIQUE JUICE (*Furcraea gigantea* Vent.)," *Biotechnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 11, no. 1, pp. 113–122, 2013.
- [8] Y. Villareal, D. F. Mejía, O. Oswaldo, and A. F. Cerón, "Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitaminas C en jugos de frutas," *Rev. Biotechnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 11, no. 2, pp. 66–75, 2013.
- [9] M. . Jiménez Vieyra and M. . Zambrano Zaragoza, "Análisis de cobre en la enzima polifenoloxidasa de frutas tropicales por absorción atómica." 2006.
- [10] J. S. Yugcha and D. E. Zorto, "Efecto de la variedad y tratamiento térmico en las características físicas, químicas y sensoriales del mango (*Mangifera indica* L) verde en salmuera," 2010.
- [11] J. Martínez, A. Calero, A. A. Aponte, and P. Fito, "Efecto del Escaldado sobre la Deshidratación Osmótica del Mango Ciencia y Tecnología," *Ing. y Compet.*, vol. 4, no. 2, pp. 27–34, 2003.
- [12] L. M. Montes R, J. J. Castaño Castrillon, and C. E. Orrego, "Evaluación del sistema de congelación rápida 'IQF' (Individually Quick Freezing) para la conservación de la mora de castilla," *Cenicafé*, vol. 56, no. 4, pp. 365–380, 2005.
- [13] G. Hough and S. Fiszman, *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Programa CYTED, 2005.

- [14] (ICONTEC) Norma Técnica Colombiana NTC 5139, “Norma técnica Colombiana - NTC 5139.” pp. 1–27, 2002.
- [15] O. (Official M. of Analysis), “AOAC-925.45 Sugars and Sugar Products/Sugars,” 1971. .
- [16] (ICONTEC) Norma Técnica Colombiana NTC 440, “Norma técnica colombiana-NTC 440.” pp. 1–7, 1971.
- [17] (ICONTEC) Norma Técnica Colombiana NTC 5328, “Norma Técnica Colombiana- NTC 5328.” 2005.
- [18] I. StatPoint Technologies, “Statgraphics Centurion XVI (Version 19.0.07).”
- [19] J. García Lozano, A. Piedad Sandoval, F. Forero, J. A. Floriano, G. Salamanca, J. A. Bernal E, L. A. Vásquez, and G. Gómez, *Atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria*. 2009.
- [20] V. Santhirasegaram, Z. Razali, and C. Somasundram, “Effects of thermal treatment and sonication on quality attributes of Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice,” *Ultrason. Sonochem.*, vol. 20, no. 5, pp. 1276–1282, 2013.
- [21] F. a Mendoza-Corvis, E. J. Hernández, and L. E. Ruiz, “Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangifera indica* var magdalena river),” *Inf. tecnológica*, vol. 26, no. 3, pp. 09–16, 2015.