







ORIGINAL ARTICLE

Caramelization and use of vinegars as humidity regulators in the making of artistic candies***Caramelización y uso de vinagres como reguladores de humedad en la elaboración de caramelos artísticos***

Manuel Fernando Jaramillo Burgos¹  
Adriano Israel Tello Velasteguí¹  
Milton Rodrigo Zabala Salazar¹  

¹Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.

How to cite: Jaramillo, M. F., Tello, A. R., & Zabala, M. R. (2026). Caramelization and use of vinegars as humidity regulators in the making of artistic candies. *Revista San Gregorio*, 1(66), 14-23. <http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i66.4044>

Received: 17-12-2025

Accepted: 26-05-2026

Published: 30-06-2026

ABSTRACT

Artistic caramel presents preservation difficulties due to its sensitivity to environmental humidity, which affects its stability, texture, gloss, and appearance. The use of vinegars, because of their acetic acid content, may constitute an alternative for improving its preservation and organoleptic quality. The objective of this study was to compare the effect of different types of vinegar on moisture levels, stability under environmental exposure, and the organoleptic characteristics of artistic caramel, in order to determine their contribution to the preservation and quality of the final product. An experimental study with an exploratory scope was conducted. Ten treatments were evaluated: one control and nine combinations of three vinegars at doses of 5 cc, 10 cc, and 15 cc, with three replications per treatment. The samples were observed throughout the experimental period, and moisture data were analyzed using ANOVA and Tukey's post hoc test. The analysis showed that moisture is the main factor responsible for the structural deterioration of artistic caramel. Differences among treatments were identified, with fruit vinegar, especially at a dose of 10 cc, and apple vinegar at a dose of 15 cc standing out for better preservation conditions. It is concluded that the use of vinegars favors moisture control and improves characteristics such as gloss, color, aroma, flavor, and texture. Their application represents a functional alternative to acetic acid for extending the durability and quality of artistic caramel.

Keywords: Caramelization; Artistic caramel; Vinegar; Acetic acid; Preservation.

RESUMEN

El caramelo artístico presenta dificultades de conservación debido a su sensibilidad frente a la humedad ambiental, lo que afecta su estabilidad, textura, brillo y apariencia. El uso de vinagres, por su contenido de ácido acético, puede constituir una alternativa para mejorar su preservación y calidad organoléptica. El objetivo del estudio fue comparar el efecto de distintos tipos de vinagre sobre los niveles de humedad, la estabilidad frente a la exposición ambiental y las características organolépticas del caramelo artístico, para determinar su contribución a la conservación y calidad del producto final. Se desarrolló un estudio experimental de alcance exploratorio. Se evaluaron diez tratamientos: un control y nueve combinaciones de tres vinagres en dosis de 5 cc, 10 cc y 15 cc, con tres repeticiones por tratamiento. Las muestras fueron observadas durante el periodo experimental y los datos de humedad se analizaron mediante ANOVA y prueba post hoc de Tukey. El análisis evidenció que la humedad constituye el principal factor de deterioro estructural del caramelo artístico. Se identificaron diferencias entre tratamientos, destacándose el vinagre de frutas, especialmente en dosis de 10 cc, y el vinagre de manzana en dosis de 15 cc, por presentar mejores condiciones de conservación. Se concluye que el uso de vinagres favorece el control de la humedad y mejora características como brillo, color, aroma, sabor y textura. Su aplicación representa una alternativa funcional al ácido acético para prolongar la durabilidad y calidad del caramelo artístico.

Palabras clave: Caramelización; Caramelo artístico; Vinagre; Ácido acético; conservación.



INTRODUCCIÓN

Las golosinas son productos de confitería elaborados a base de azúcar y otros ingredientes cuya producción se encuentra ampliamente desarrollada debido a su bajo costo de fabricación (Iglesias Guevara et al., 2022). La confitería constituye una actividad alimentaria de amplia tradición histórica y relevancia comercial, debido a la diversidad de productos derivados del azúcar y a su elevada aceptación en distintos mercados. En Latinoamérica el consumo de dulces es muy frecuente, principalmente los que utilizan tras la cocción de frutas y sus zumos. En Ecuador se puede identificar que la industria confitera es una de las más sólidas a nivel industrial.

De la confitería se deriva la caramelearía, una rama especializada dedicada a la elaboración de caramelos, entre ellos el denominado caramelo artístico. Este producto suele presentar dificultades de conservación debido a su sensibilidad frente a la humedad ambiental, lo que afecta su estabilidad, textura y apariencia. Para contrarrestar este problema, se ha recurrido al uso de vinagre, cuyo contenido de ácido acético puede contribuir a la impermeabilización y conservación del caramelo. No obstante, se evidencia una limitada disponibilidad de estudios técnico-científicos que analicen esta problemática en la elaboración de caramelos artísticos.

Como definición, la caramelización es la descomposición térmica (pirólisis) del azúcar. Es un pardeamiento no enzimático, al igual que las reacciones de Maillard, con las que a menudo se le confunde, y con las que suelen coincidir en alimentos (Burke et al., 2021). En la cocina, el azúcar más utilizado es la sacarosa; por ello, la preparación del caramelo implica, generalmente, someter este disacárido a un proceso de descomposición térmica. En los primeros estudios sobre este fenómeno se propuso la existencia de compuestos como el caramelano, los caramelenos y los caramelinos, considerados productos derivados de la degradación del azúcar.

Sin embargo, la química de la caramelización es compleja y aún no se encuentra completamente dilucidada. Este proceso comprende una serie de reacciones simultáneas, entre ellas condensación, isomerización, deshidratación y polimerización. Además, la caramelización ocurre con mayor rapidez en medios ácidos o alcalinos que en condiciones neutras. En el ámbito culinario, el medio alcalino es poco frecuente, mientras que el medio ácido resulta más común, especialmente por el uso de ingredientes como vinagre, jugos cítricos u otros acidulantes (Li et al., 2020; Velásquez et al., 2022).

El ácido acético es importante en la elaboración de caramelos, porque actúa como un versátil aditivo con múltiples funciones. En la producción confitera, este compuesto químico regula la textura del caramelo al influir en el punto de cocción del azúcar, y facilita la obtención de la consistencia ideal. Además, su capacidad acidificante lo convierte en un eficaz conservante natural, inhibiendo el desarrollo microbiano y prolongando así la vida útil del producto.

Desde el punto de vista sensorial, este ácido en concentraciones controladas (típicamente entre 0.1% y 0.5%) contribuye a equilibrar el perfil de sabores, realzando los aromas y mejorando la experiencia gustativa. Otro beneficio destacable es su acción como regulador de humedad, previniendo los problemas texturales causados por la absorción de agua ambiental. Estudios técnicos recomiendan su incorporación durante la fase de cocción, con un monitoreo preciso de parámetros como temperatura y tiempo de exposición, para garantizar resultados óptimos sin comprometer las características organolépticas del caramelo terminado (de Melo Almeida et al., 2020).

El vinagre, que es ácido acético diluido en agua, es un elemento conservante en la producción de alimentos como conservas en medio ácido, y se utiliza en la producción de caramelo como estabilizante e impermeabilizante, cada uno con características propias según el producto o alimento del que se extrae (Malca Diaz et al., 2020). A pesar de la importancia práctica de esta problemática, la literatura técnico-científica sobre el uso de vinagres como agentes reguladores de humedad en la elaboración de caramelo artístico es limitada. La mayoría de estudios disponibles se concentran en la caramelización desde una perspectiva química general o en la elaboración industrial de productos de confitería, pero no en la conservación de esculturas de caramelo (Concepción et al., 2021).

En esta investigación plantea como objetivo comparar el efecto de distintos tipos de vinagre sobre los niveles de humedad, la estabilidad frente a la exposición ambiental y las características organolépticas del caramelo artístico, para determinar su contribución a la conservación y calidad del producto final. Para este efecto se utilizó una fórmula estándar de caramelo con la variante de los medios ácidos antes mencionados, demostrando que estos productos son adecuados para su aplicación en el arte del caramelo artístico (Ávila Erazo & Viracocha Lozada, 2022; Giménez et al., 2020).

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental, con alcance exploratorio, debido a la limitada disponibilidad de antecedentes técnico-científicos sobre la formulación y conservación del caramelo artístico. El enfoque experimental permitió comprobar hipótesis mediante ensayos controlados en laboratorio, mientras

que el carácter exploratorio facilitó el análisis inicial de relaciones entre variables poco documentadas en este campo de estudio (Ramos Galarza, 2021; Fernández López et al., 2020; Weyant, 2022).

La investigación se fundamentó en el método científico experimental y en el razonamiento hipotético-deductivo. A partir de observaciones preliminares, se identificó que el caramelo artístico presenta una durabilidad limitada cuando se expone a condiciones ambientales, especialmente por su sensibilidad a la humedad. Si bien el ácido acético puede contribuir a mejorar la conservación del caramelo, su uso puede afectar la palatabilidad y las características organolépticas del producto final, lo que justificó la evaluación de vinagres como alternativa funcional (Velásquez et al., 2022; De la Lama Zubirán et al., 2022).

La hipótesis de trabajo planteó que el uso de vinagre blanco, vinagre de manzana y vinagre de frutas, aplicados en diferentes dosificaciones, contribuiría a reducir la degradación del caramelo artístico provocada por la humedad ambiental, y favorecería su preservación y estabilidad como pieza artística. Esta hipótesis se formuló considerando la acción del ácido acético presente en los vinagres y su posible efecto sobre la impermeabilización, conservación y calidad final del producto (Huerta, 2020).

Variables del estudio

Las variables independientes fueron el tipo de vinagre empleado –blanco, de manzana y de frutas– y sus respectivas dosificaciones. Como tratamiento de referencia se consideró el uso de ácido acético, con el propósito de comparar su efecto frente a los vinagres evaluados. La variable dependiente principal fue la absorción de humedad del caramelo artístico expuesto al ambiente. De manera complementaria, se consideraron atributos vinculados con la estabilidad del producto y su calidad organoléptica.

- Variables independientes: Tipo de vinagre: blanco, manzana y frutas. Dosificación: 5 cc, 10 cc y 15 cc.
- Variable dependiente principal: Nivel de humedad o absorción de humedad del caramelo artístico.
- Variables complementarias: Durabilidad, brillo, textura, color, aroma y sabor.

Fórmula base

Para la elaboración de las muestras se utilizó una fórmula base de caramelo artístico compuesta por azúcar de caña blanca semirrefinada, agua y glucosa. El componente acidulante fue incorporado según el tratamiento correspondiente, sustituyendo o comparando el uso tradicional del ácido acético con los diferentes tipos de vinagre evaluados (Tabla 1).

Ingrediente	Unidad	Cantidad base
Azúcar de caña blanca semirrefinada	G	1000
Agua	Cc	400
Glucosa	G	200
Vinagre / ácido acético	Cc	Según tratamiento

Nota. El ácido acético de la fórmula base fue sustituido por vinagre blanco, vinagre de manzana o vinagre de frutas, en dosis de 5 cc, 10 cc y 15 cc, según el tratamiento experimental.

Tratamientos

El diseño experimental contempló diez tratamientos: un tratamiento control y nueve combinaciones derivadas de tres tipos de vinagre –blanco, de manzana y de frutas– en tres dosificaciones –5 cc, 10 cc y 15 cc–. Cada tratamiento se realizó con tres repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de las Unidades Experimentales.

Tratamiento	Código	Tipo de vinagre	Dosis	Repeticiones
Control	T0	Sin vinagre	0 cc	3
Vinagre blanco	T1-1	Blanco	5 cc	3
Vinagre de manzana	T1-2	Manzana	5 cc	3
Vinagre de frutas	T1-3	Frutas	5 cc	3
Vinagre blanco	T2-1	Blanco	10 cc	3
Vinagre de manzana	T2-2	Manzana	10 cc	3
Vinagre de frutas	T2-3	Frutas	10 cc	3
Vinagre blanco	T3-1	Blanco	15 cc	3
Vinagre de manzana	T3-2	Manzana	15 cc	3
Vinagre de frutas	T3-3	Frutas	15 cc	3

Las muestras fueron elaboradas bajo condiciones controladas de formulación y cocción. Posteriormente, se incorporó el tratamiento correspondiente según el tipo y dosis de vinagre establecido. Una vez preparadas, las muestras fueron expuestas a condiciones ambientales para evaluar su comportamiento frente a la humedad y registrar los cambios físicos asociados con su deterioro.

La evaluación se realizó durante un periodo de observación de quince días, con mediciones en intervalos de cinco días. Para valorar el deterioro del caramelo se consideraron estados progresivos asociados con el incremento de humedad, la formación de películas superficiales, la pérdida del estado vítreo, la cristalización, la viscosidad y la licuefacción interna del producto.

El estudio se organizó como un diseño completamente al azar, considerando los diez tratamientos descritos y tres repeticiones por tratamiento. Esta estructura permitió comparar el comportamiento de las formulaciones evaluadas y determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los niveles de humedad del caramelo artístico. El esquema de análisis de varianza se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza aplicado a los tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	9
Error experimental	20
Total	29

Fuente: Elaboración propia a partir del esquema ANOVA.

Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza —ANOVA/ADEVA—, con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos respecto al nivel de humedad. Posteriormente, se aplicó la prueba post hoc de Tukey para establecer subconjuntos homogéneos y determinar qué tratamientos presentaban comportamientos similares o diferenciados. El nivel de significancia considerado fue de 0,05.

Además del análisis estadístico, se realizó una valoración observacional de las características organolépticas del caramelo, considerando atributos como brillo, color, textura, aroma y sabor. Esta evaluación permitió complementar la interpretación de los datos de humedad y valorar la pertinencia de los vinagres no solo como reguladores de conservación, sino también como componentes capaces de mejorar la calidad final del producto.

Los resultados experimentales se utilizaron para identificar las formulaciones con mejor comportamiento frente a la humedad ambiental y para establecer criterios técnicos aplicables a la elaboración de caramelo artístico. Esta metodología permitió evaluar la viabilidad del uso de vinagres como alternativa al ácido acético en la conservación y mejora organoléptica de esculturas de caramelo.

RESULTADOS

Evaluación visual del deterioro del caramelo artístico

Las observaciones realizadas durante quince días de las muestras de caramelo permitieron realizar una comparación con los estados propuestos por Cisternas Villanueva (Cisternas Villanueva, 2007):

1. Azúcar en “estado vítreo” (De 0 % a 0,5% de humedad).
2. Absorción de humedad a la superficie del azúcar cocido. Formación de una película de baja viscosidad alrededor de la periferia del caramelo (De 0,6 % al 1% de humedad).
3. Empanizado de la película de baja viscosidad y emigración del agua libre hacia el interior del caramelo (De 1% a 1,5% de humedad).
4. Formación de una segunda capa de caramelo de baja viscosidad (De 1,5% a 2 % de humedad)
5. Cristalización de la segunda capa de caramelo y emigración del agua libre al corazón del caramelo (De 2% a 3,5%).
6. Licuefacción en el corazón del caramelo (De 3,5% en adelante).

Comportamiento de las muestras durante el periodo de observación

De acuerdo con la estructura observada en las muestras, en la primera evaluación, realizada al inicio del experimento —día 0—, se evidenció que los tratamientos T1-2 y T2-1 alcanzaron el tercer nivel de deterioro, lo que representó el 20 % del total de tratamientos evaluados. Asimismo, otro 20 % se ubicó en el segundo nivel de deterioro, mientras que el 60 % de las muestras permaneció en estado vítreo.

En la segunda observación, realizada a los cinco días, se registró un incremento del deterioro en las muestras. Los tratamientos T1-2 y T2-1, correspondientes al vinagre de manzana en dosis de 5 cc y 10 cc, respectivamente, junto con el tratamiento T2-2, alcanzaron el quinto nivel de deterioro, lo que representó el 30 % de los tratamientos. Además, el 10 % se ubicó en el nivel 4, el 30 % en el nivel 3, el 20 % en el nivel 2 y únicamente el tratamiento testigo permaneció en el nivel 1, equivalente al 10 %.

En la tercera evaluación, realizada a los diez días, se observó un avance progresivo del deterioro. Los tratamientos T1-2 y T2-1, correspondientes al vinagre de manzana en dosis de 5 cc y 10 cc, junto con el tratamiento T2-2, registraron los mayores niveles de deterioro. En esta observación, el 20 % de las muestras alcanzó el nivel 5, el 10 % se ubicó en el nivel 4, el 40 % en el nivel 3, el 10 % en el nivel 2 y no se reportaron tratamientos en el estado vítreo o nivel 1. Además, el 20 % de las muestras alcanzó el nivel 6, correspondiente a una mayor degradación estructural del caramelo artístico (Tabla 4).

Tabla 4. Nivel de deterioro del caramelo artístico según observaciones.

Estado	Primera Observación		Segunda Observación		Tercera Observación	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Estado 1	6	60%	1	10%	0	0%
Estado 2	2	20%	2	20%	1	10%
Estado 3	2	20%	3	30%	4	40%
Estado 4	0	0%	1	10%	1	10%
Estado 5	0	0%	3	30%	2	20%
Estado 6	0	0%	0	0%	2	20%
Total	10	100%	10		10	100%

Evaluación de las repeticiones en relación con la humedad

Para la demostración se utilizó un análisis de varianzas Invariante considerando las diferencias existentes entre las tres repeticiones del experimento, realizados en tres fechas a intervalos de cinco días, obteniéndose los siguientes resultados. De acuerdo con estos datos se encontraba un valor F de 6,260, con un nivel de significancia del 0,06, menor que 0,5, lo que significa que la Hipótesis de que existen diferencias significativas entre las repeticiones realizadas se acepta. Para saber cuáles eran los niveles de las diferencias, se aplicó la prueba post hoc de Tukey de comparaciones múltiples, en donde se visualizaron que las diferencias entre la repetición N° 1 en relación con la repetición N° 3 son altamente significativas, mientras que no existen diferencias significativas entre la repetición N° 1 con la Repetición N° 2 (Tabla 5).

Tabla 5. Subconjuntos homogéneos de repeticiones según humedad

	Repeticiones	N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukeya,b	Fecha1	10	,65000	
	Fecha 2	10	1,63370	1,63370
	Fecha3	10		2,23520
	Sig.		,094	,391

La prueba post hoc de Tukey permitió identificar dos subconjuntos homogéneos entre las repeticiones evaluadas. En el primer subconjunto se agruparon las mediciones correspondientes a la primera y segunda observación, mientras que en el segundo se ubicaron la segunda y tercera observación. Los valores de significancia obtenidos en los subconjuntos fueron de 0,094 y 0,391, respectivamente, ambos superiores al nivel crítico de 0,05. La relación de significancia entre las variables de humedad con respecto a los tratamientos se puede observar de mejor manera en la Figura 1, donde las medianas se ven considerablemente separadas con respecto a los datos de cada una de las repeticiones.

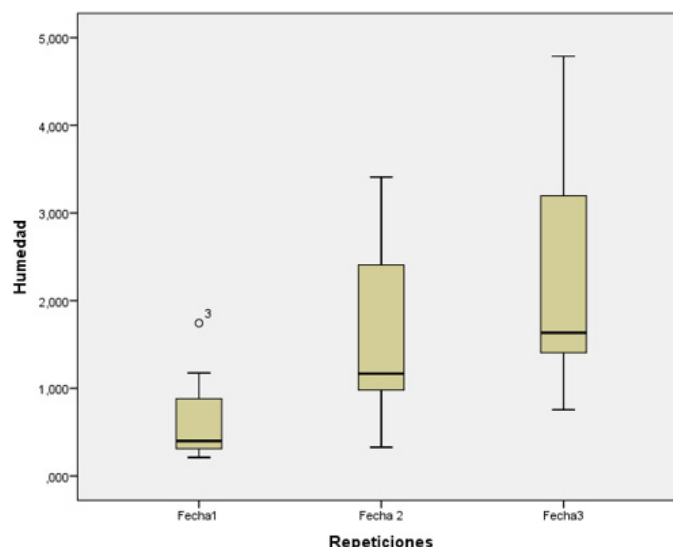


Figura 1. Relación Humedad con Repeticiones.

Evaluación de los tratamientos en relación con la humedad

En el análisis de la relación entre los tratamientos y el nivel de humedad, el ANOVA evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas. Este resultado permite establecer que el tipo de vinagre y su dosificación incidieron en el comportamiento del caramelo artístico frente a la absorción de humedad. En consecuencia, la comparación entre vinagre blanco, vinagre de frutas y vinagre de manzana permitió identificar cuáles tratamientos presentaron mejores condiciones de impermeabilización y conservación del producto final (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza de los tratamientos sobre la humedad del caramelo.

Variable dependiente: Humedad					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24,125a	9	2,681	3,288	,013
Intersección	68,068	1	68,068	83,500	,000
Tratamientos	24,125	9	2,681	3,288	,013
Error	16,304	20	,815		
Total	108,497	30			
Total corregida	40,429	29			

Comparación de medias entre tratamientos

En el análisis de la relación entre los tratamientos y el nivel de humedad, el ANOVA evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas. Este resultado indica que el tipo de vinagre y la dosificación empleada influyeron en el comportamiento del caramelo artístico frente a la absorción de humedad. En consecuencia, la comparación entre vinagre blanco, vinagre de frutas y vinagre de manzana permitió identificar los tratamientos con mejores condiciones de impermeabilización y conservación del producto final (Tabla 6).

Tabla 7. Subconjuntos homogéneos de tratamientos según humedad.

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Caramelo T0	3	,43133		
Caramelo T2-3	3	,82967	,82967	
Caramelo T1-3	3	,89600	,89600	
Caramelo T3-2	3	,89600	,89600	
Caramelo T3-3	3	,98400	,98400	
Caramelo T1-1	3	1,13767	1,13767	
Caramelo T3-1	3	1,65967	1,65967	
Caramelo T2-1	3	2,16167	2,16167	
Caramelo T2-2	3	2,75333	2,75333	
Caramelo T1-2	3		3,31367	
Sig.		,108	,070	

En el gráfico de cajas se observa que no existen diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos (Figura 2).

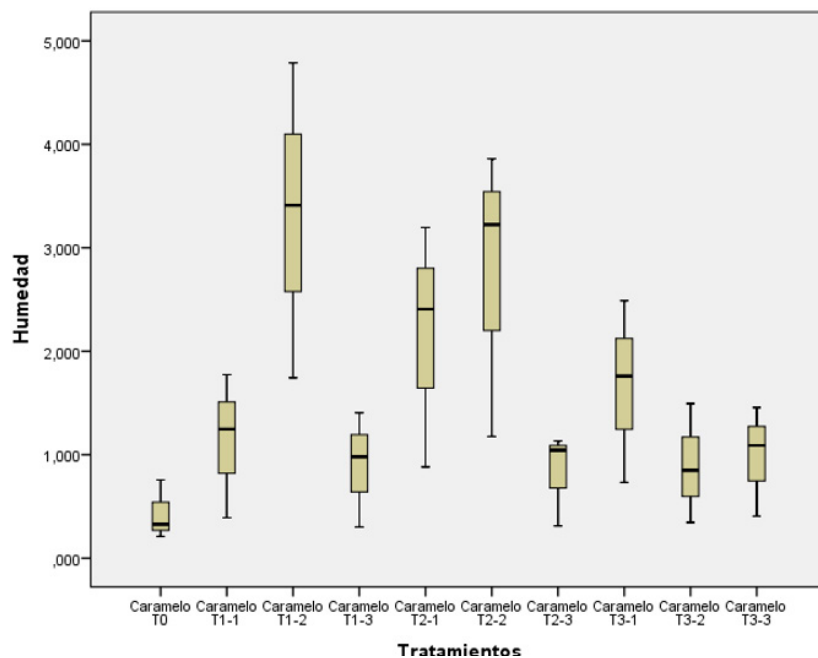


Figura 2. Relación humedad con tratamientos.

DISCUSIÓN

Los resultados permiten evidenciar que la humedad constituye un factor crítico en la estabilidad estructural de este producto, debido a que el caramelo, al encontrarse en estado vítreo, es altamente sensible a la absorción de agua del ambiente. Esta condición puede provocar pérdida de brillo, aumento de viscosidad, cristalización superficial, deterioro de la textura y, en fases avanzadas, licuefacción interna del producto, tal como ha sido descrito en estudios sobre humedad en muestras de caramelo (Cisternas Villanueva, 2007).

La literatura consultada muestra que la elaboración de caramelos y productos de confitería ha sido estudiada principalmente desde la perspectiva de la formulación básica, el uso de azúcar, agua, glucosa y otros ingredientes, así como desde los procesos de cocción y transformación del azúcar (Iglesias Guevara et al., 2022; Duarte-Casar, 2022). Sin embargo, son escasos los estudios orientados específicamente al manejo

de la humedad en caramelos artísticos o escultóricos, a pesar de que esta variable resulta determinante para la durabilidad de las piezas. En este sentido, la presente investigación aporta evidencia experimental en un campo poco documentado dentro de la confitería artística.

Desde el punto de vista fisicoquímico, la caramelización implica la descomposición térmica de los azúcares y el desarrollo de reacciones de deshidratación, condensación, isomerización y polimerización, las cuales inciden en el color, aroma, textura y estabilidad del producto final (Burke et al., 2021; Li et al., 2020). En este proceso, la presencia de medios ácidos puede modificar la velocidad de las reacciones y favorecer determinadas características del caramelo, lo que justifica el empleo de acidulantes como el ácido acético o el vinagre en la formulación.

Los resultados del análisis de varianza evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos respecto al nivel de humedad, que indica que el tipo de vinagre y su dosificación influyeron en el comportamiento del caramelo artístico frente a la absorción de agua ambiental. Aunque las diferencias entre algunas formulaciones no fueron amplias, los tratamientos con vinagre de frutas mostraron un comportamiento favorable, especialmente en la dosis de 10 cc. Este resultado sugiere que el vinagre de frutas puede actuar como una alternativa funcional para mejorar la conservación del caramelo, al tiempo que contribuye positivamente a sus propiedades sensoriales.

El uso de vinagre resulta relevante debido a que este producto contiene ácido acético diluido, además de otros compuestos propios de su materia prima y proceso de elaboración. Estos componentes pueden influir en la conservación, aroma, sabor, brillo y transparencia. Estudios previos han señalado que el vinagre posee propiedades antimicrobianas y conservantes en alimentos, asociadas principalmente a la presencia de ácido acético (de Melo Almeida et al., 2020; Malca Diaz et al., 2020). En el caso del caramelo artístico, su empleo puede contribuir al control de la humedad y, simultáneamente, mejorar la calidad organoléptica del producto final.

En comparación con el ácido acético puro, los vinagres evaluados pueden considerarse una alternativa de interés gastronómico, aunque su eficacia depende de la concentración utilizada y del tipo de vinagre. El ácido acético cumple una función técnica importante en la regulación de la humedad y en la conservación del caramelo; sin embargo, su uso directo puede afectar la palatabilidad del producto. En cambio, los vinagres, especialmente el de frutas, aportan matices sensoriales que pueden favorecer el sabor, el aroma y la presentación visual del caramelo artístico, sin comprometer de manera significativa su estabilidad.

Los resultados también permiten señalar que, hasta el periodo evaluado, las muestras se mantuvieron dentro de valores aceptables de humedad, considerando el límite de 3 % establecido como referencia por la norma NTE INEN 2217 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2022). No obstante, este aspecto debe interpretarse con cautela, ya que la estabilidad del caramelo puede variar en función de las condiciones ambientales, la humedad relativa, la temperatura, el tiempo de exposición y la composición exacta de cada vinagre. Por ello, futuras investigaciones deberían controlar de manera más precisa estas variables y determinar la concentración real de ácido acético presente en cada muestra de vinagre.

No obstante, aunque los resultados obtenidos son prometedores, se requiere ampliar el estudio mediante diseños experimentales con mayor número de repeticiones, mediciones instrumentales de humedad, control estricto de temperatura y humedad relativa, así como análisis sensorial formal. También sería pertinente evaluar otros acidulantes naturales y combinaciones con vinagres, con el fin de establecer formulaciones más estables y reproducibles para la conservación del caramelo artístico.

El presente estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas para una adecuada interpretación de los resultados. La investigación se desarrolló con un alcance exploratorio, debido a la limitada disponibilidad de antecedentes técnico-científicos sobre el uso de vinagres en la elaboración y conservación del caramelo artístico. Por ello, los resultados deben entenderse como una aproximación inicial al problema y no como resultados definitivos o generalizables a todas las condiciones de producción.

Otra limitación se relaciona con las condiciones ambientales de exposición. La humedad relativa, la temperatura y el tiempo de exposición son factores determinantes en la conservación del caramelo artístico; sin embargo, estos factores pueden variar según el entorno. Por tanto, los resultados podrían modificarse bajo condiciones climáticas diferentes, especialmente en ambientes con alta humedad relativa.

CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que el uso de vinagres incide en el comportamiento del caramelo artístico frente a la humedad ambiental, por lo que constituye una alternativa viable para mejorar su conservación. La comparación entre vinagre blanco, vinagre de manzana y vinagre de frutas evidenció diferencias entre tratamientos, se destacan las formulaciones con vinagre de frutas, especialmente en la dosis de 10 cc, por

presentar mejores condiciones de preservación. Asimismo, el vinagre de manzana en dosis de 15 cc mostró un comportamiento favorable, lo que permite considerarlo como una opción complementaria en la elaboración de caramelos artísticos.

Se determinó que los vinagres evaluados contribuyen al control de la humedad y a la estabilidad del producto, y que también pueden mejorar características organolépticas como brillo, color, aroma, sabor y textura. Por tanto, su empleo representa una alternativa funcional frente al uso exclusivo de ácido acético, pues favorecen la durabilidad del caramelo artístico sin comprometer la calidad sensorial y estética del producto final.

REFERENCIAS

- Ávila Erazo, E. G., & Viracocha Lozada, M. F. (2022). Caracterización de un caramelo tipo (toffee) elaborado con la adición de lactosuero [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/ec0c8f83-9b9b-48df-8c89-9f63a814f53c>
- Burke, R., Kelly, A., Lavelle, C., & Kientza, H. (2021). Handbook of molecular gastronomy: Scientific foundations, educational practices, and culinary applications (1.^a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429168703>
- Cisternas Villanueva, M. (2007). Determinación de contenido de humedad y relleno en muestras de caramelo mediante la tecnología de resonancia de microondas [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. Repositorio UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/4163>
- Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., López Bastida, E. J., & Ramos Miranda, F. (2021). Gestión del conocimiento en la proyección científica de la industria química mediante diseños experimentales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 446-451. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000200446&script=sci_arttext
- De la Lama Zubirán, P., De la Lama Zubirán, M. A., & De la Lama García, A. (2022). Los instrumentos de la investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 12(22), 189-202. <https://www.redalyc.org/journal/5709/570969250014/570969250014.pdf>
- de Melo Almeida, C., Alexandre Per, L., Alves Moura, M., Souza Silva Souza Silva, J., & da Silva Neto, J. J. (2020). Análise microbiológica de hortaliças e frutas e o vinagre como antimicrobiano. *Revista Científica da Faculdade de Quirinópolis*, 3(10), 18-29. <https://recifaqui.faqui.edu.br/index.php/recifaqui/article/view/45>
- Duarte-Casar, R. (2022). Caramelización para cocineros. *Revista de Gastronomía y Cocina*, 1(1), 010106-010106. <https://academiaculinaria.org/index.php/gastronomia-cocina/article/view/12>
- Fernández López, S., Vivel Búa, M., Rey Ares, L., & Sixto Puente, E. (2020). Ahorro y jubilación entre los “millennials” españoles: Un enfoque exploratorio. *European Journal of Applied Business and Management*, 6(1). <https://nidisag.isag.pt/index.php/IJAM/article/view/481>
- Giménez, C. G., Rodríguez, S. D. C., & Sosa, C. A. (2020). Obtención y caracterización de fibras vegetales para la mejora nutricional de caramelos tipo gummies: Avances de tesis doctoral. *AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)*, 5. <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/636>
- Huerta, M. P. (2020). Hipótesis y conjeturas en el desarrollo del pensamiento estocástico: Retos para su enseñanza y en la formación de profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(1), 79-102. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362020000100004&script=sci_arttext
- Iglesias Guevara, D., Febles Fresquet, K. B., Escandell Comesaña, J., & Arencibia Sánchez, J. A. (2022). Elaboración artesanal de caramelos masticables tipo goma con adición de miel de abeja (*Apis Mellifera*). *Tecnología Química*, 42(2), 174-192. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852022000200174&script=sci_arttext
- Li, T., Ji, L., Jiang, Z., Geng, Z., Shentu, H., Liu, M., Yun, X., et al. (2020). Caramel products of glucose with water during heating process and their bioactivities. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 971-978. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1770788>
- Malca Díaz, J. F., Uceda Bazán, E. L., Díaz Manchay, R., & Rodríguez Cruz, L. D. (2020). Análisis de la concentración de ácido acético de seis marcas de vinagre de manzana. *Medicina Naturista*, 14(2), 79-83. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7512765>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2022). NTE INEN 2217: Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas, masmelos y turrónes. Requisitos (Segunda revisión). <https://es.scribd.com/document/742686127/nte-inen-2217>
- Velásquez, A., Pozo, M. J., Ávila, C., & Ayerve, N. (2022). La química del caramelo. *infoANALÍTICA*, 10(1), 202-204. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-lanus/seminario-de-pensamiento-nacional-y-latinoamericano/dialnet-curiosidades-de-la-quimica-8380349/41192129>
- Weyant, E. (2022). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (J. W. Creswell & J. D. Creswell, Eds.). SAGE.

Conflicts of Interest:

The authors declare no conflicts of interest.

Author Contributions:

The authors were responsible for all aspects of the study, including conceptualization, methodology, analysis, and writing.

Disclaimer/Publisher's Note:

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the authors and individual contributors and not of Revista San Gregorio or the editors. Revista San Gregorio and/or the editors disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.