

UTILIZACIÓN DE AGAR Y CARRAGENINA EN LA ELABORACIÓN DE GELATINAS TALLADAS EN 3D

Pamela L. Caicedo-Redin¹; Cristian A. Flores-Cadena² y Karina P. Llerena-Oñate^{1}*

¹Instituto Luis A. Martínez Agronómico, CP 180150, Ambato, Ecuador.

²Universidad Agraria del Ecuador, Ambato, Ecuador

Recibido: 15-12-2022 / Revisado: 20-12-2022 / Aceptado: 24-12-2022 / Publicado: 04-01-2022

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar las características organolépticas de la gelatina tallada en 3D, elaborada agentes gelificantes como agar y carragenina. Se utilizó un diseño experimental 2 x 3, donde se usaron agar y carragenina en tres concentraciones (0,2; 0,35 y 0,45 % m/m). Para seleccionar la mejor formulación se realizó un análisis sensorial, mediante un diseño de bloques incompletos balanceados, donde se evaluaron la transparencia, sabor, textura y aroma. Se obtuvo que los mejores resultados en cuanto a propiedades organolépticas fue el elaborado con una concentración de 0,35 % m/m de agar en su formulación. La combinación de agar y gelatina transfirieron propiedades como flexibilidad y resistencia a altas temperaturas al producto. Los resultados microbiológicos del mejor tratamiento estuvieron dentro de los rangos establecidos en la norma INEN 1521:2019. Las características de este nuevo producto innovador tanto en sabor, aspecto, textura y apariencia hacen que sea único en el mercado.

Palabras clave: gelatina tallada en 3D, agar, carragenina, agentes gelificantes.

ABSTRACT

Use of agar and carrageenan in the preparation of 3D carved gelatins

The objective of the research was to evaluate the organoleptic characteristics of 3D carved gelatin, made from gelling agents such as agar and carrageenan. A 2 x 3 experimental design was used, where agar and carrageenan were used at three concentrations (0.2; 0.35 and 0.45% m/m). To select the best formulation, a sensory analysis was carried out, using a balanced incomplete block design, where transparency, flavor, texture and aroma were evaluated. It was obtained that the best results in terms of organoleptic properties was with a concentration of 0.35 m/m of agar in its formulation. The combination of agar and gelatin transferred properties such as flexibility and resistance to high temperatures to the product. The microbiological results of the best treatment were within the ranges established in the INEN 1521:2019 standard. The characteristics of this new innovative product in terms of taste, appearance, texture and appearance make it unique in the market.

Keywords: gelatin carved in 3D, agar, carrageenan, gelling agents.

INTRODUCCIÓN

Bajo un contexto universal, la repostería en el campo gastronómico ha revolucionado. La aplicación de nuevas técnicas que enmarcan una expresión diferente en textura, color, tamaño y forma a las diferentes preparaciones, brindan un enfoque de las nuevas tendencias y creatividad de los reposteros (1). Los emprendimientos en el Ecuador están en auge, la apli-

**Karina P. Llerena: Licenciada en Gestión Gastronómica (Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, 2009). Sus principales líneas de trabajo están relacionadas con la manipulación de alimentos y bebidas de consumo inmediato. Actualmente se enfoca en investigaciones referentes a la gastronomía típica, identidad y cultura.*

cación de artes y temáticas de tipo comestible han dado origen al arte 3D en gelatina. En este, se plasman diseños y figuras en la estructura interna mediante el uso de colorantes y jeringuillas como herramientas de trabajo. La comercialización como proceso final ha traído la problemática de la temperatura de transporte y almacenamiento al momento de venderlo; sobre todo en la región costa; por esta razón, las formulaciones para la elaboración de este producto no serán las mismas respecto al clima en el que serán expendidos.

Los agentes gelificantes son largas moléculas que forman geles y pueden ser químicamente muy diferente según su origen (2). Tienen el objetivo de construir una red tridimensional macroscópica de muchas cadenas interconectadas, dentro de la cual se liga toda el agua y pueden ser proteínas o polisacáridos (3). La gelatina es una proteína que se obtiene por hidrólisis parcial del colágeno contenido en las pieles y huesos de vaca, cerdos, aves y pescados. Este agente gelificante le corresponde el número E441 a nivel internacional. En la cocina se utiliza en proporciones de 1 y 3 %, el porcentaje utilizado dependerá del grado de firmeza del producto final (4). Para que gelifique es necesario que las moléculas se encuentren y se asocien entre sí para formar una red. Para esto se necesita que disminuya la temperatura y transcurra el tiempo, así las moléculas tendrán más tiempo de disponerse en la posición adecuada. Los geles de gelatina son elásticos y translúcidos, comienzan a formarse a los 16 °C y se funden entre los 25 y 40 °C, por lo tanto, se funde en la boca liberando los sabores sin necesidad de masticar (5).

Existen algunos factores o medios donde la gelatina no se comporta adecuadamente estos son: las enzimas proteolíticas presentes en algunas frutas, las cuales rompen las cadenas de proteicas, esto dificulta formación de la red de gel. Preparaciones muy ácidas, la gelatina cuaja bien en un rango de pH de 3,5 a 10, al usar frutas muy ácidas la gelificación ocurre lentamente y forma geles menos firmes. La gelatina tolera entre 30 y 50 % de alcohol en la preparación, baja concentración de alcohol aumenta la fuerza de gel. El azúcar incrementa la fuerza de gel, dado que el azúcar captura agua durante la preparación, mientras que los productos lácteos aumentan la fuerza del gel y aceleran la gelificación y la sal interfiere en la atracción entre las moléculas de gelatina y se obtienen geles más blandos (6).

El agar es un hidrato de carbono o polisacárido que se extrae de las algas rojas del tipo *Gelidium* y *Gracilaria*, gelifica a temperaturas más elevada que la gelatina (4, 7). El agar se disuelve a bajas temperaturas, no aporta sabor, aroma y carece de color y gelifica entre 35 y 43 °C y se derrite entre 85 y 95 °C, no aporta calorías (8). El agar está formado por unidades de agarosa en posiciones alternadas dentro de su estructura (9). Las ventajas de los alimentos elaborados con agar son: la textura, resistentes al calor, estabilidad bajo las condiciones ácidas, solubilidad a altas concentraciones de azúcar y reactividad limitada con otros componentes de comida (10). Las concentraciones utilizadas van de 0,5 al 1,0 % según la firmeza que se quiera obtener en el producto final y la temperatura de servicio (4). Como forma geles quebradizos, no es posible enrollarlo sobre algo o hacerlo demasiado finito, porque se desarmará (4).

Los carregenatos o carragenina son polisacáridos que se extraen del material intercelular de las algas rojas (4). Las carrageninas son solubles en agua caliente, generalmente a 70 °C, mientras que en agua fría se disuelve solo la lambda carragenina (11). Tienen una habilidad de formar geles en presencia de los cationes K^+ y Ca^{++} , ahí su aplicación en productos de la industria láctea (12). El carregenato iota ha despertado interés entre los cocineros por sus características. Forma geles que gelifican en caliente y tienen la particularidad de desarmarse en el movimiento y volverse a formar (4).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la utilización de agentes gelificantes como el agar y carragenina en las características organolépticas de una gelatina tallada en 3D y poder encontrar la concentración y agente gelificante adecuado, para que la gelatina sea más tolerable a los cambios de temperatura en la región sierra o costa donde se la comercializa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en el laboratorio de Gastronomía y planta de procesamiento de alimentos del Instituto Superior Tecnológico Luis A. Martínez Agronómico. Las principales materias primas usadas fueron gelatina sin sabor, carragenina, agar, colorantes vegetales y crema vegetal, todos de calidad alimentaria.

Para la elaboración de las gelatinas talladas en 3D se requirió la preparación de la gelatina base o transparente y la gelatina de leche, a continuación, se describe

cada proceso. Para la elaboración de la gelatina base o transparente se mezclaron 250 g de sacarosa con 1 L de agua purificada en un recipiente de acero de inoxidable, luego se elevó la temperatura de la mezcla, hasta llegar a la temperatura de ebullición. A continuación, en la hidratación de la gelatina se mezclaron 200 mL de agua hervida a una temperatura ambiente con 50 g de gelatina sin sabor y agentes gelificantes (agar y carragenina), esta preparación se dejó reposar durante 5 min. Se realizó una mezcla entre la gelatina hidratada y la solución de sacarosa, en este proceso se añadieron 5 g de ácido cítrico y 5 mL de saborizante de frutilla transparente, se agitó vigorosamente hasta obtener una mezcla totalmente homogénea. Se colocó una cantidad de 80 g de la preparación de la gelatina en cada uno de los moldes de polipropileno, se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 45 min, seguidamente se refrigeró por un tiempo de 120 min.

Para la elaboración de la gelatina de leche se mezclaron 200 g de sacarosa con 1 L de leche entera y 200 g de crema vegetal en un recipiente de acero de inoxidable, luego se elevó la temperatura de la mezcla, hasta llegar a la temperatura de ebullición. Se hidrató la gelatina, mezclando 200 mL de agua hervida a una temperatura ambiente con 40 g de gelatina sin sabor; esta preparación se dejó reposar durante 5 min. Se realizó una mezcla entre la gelatina hidratada y la leche con sacarosa; en este proceso se añadió el colorante, se agitó vigorosamente hasta obtener una mezcla homogénea y se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 45 min.

En el proceso de tallado se introdujo la gelatina de leche en los moldes de la gelatina transparente o base por medio de jeringas de 5 mL con el fin de formar las figuras florales en tres dimensiones. Luego de finalizar el tallado de las figuras se cubrieron con 20 g gelatina de leche cada molde. Las gelatinas talladas se refrigeraron durante 1 h, luego se inició el proceso de desmoldado, mediante la inmersión de los moldes en agua caliente durante 3 s para colocarlo en un empaque transparente de polipropileno. El producto se mantuvo a temperatura de refrigeración para que conserve sus características organolépticas.

Se utilizó un diseño experimental 2 x 3, donde se usaron dos tipos de gelificantes agar y carragenina a tres concentraciones 0,2; 0,35 y 0,45 m/m. La Tabla 1 detalla el número de tratamientos. Se utilizó un tratamiento testigo elaborado sin ningún tipo de agente gelificante para así determinar si el uso de gelificantes incide en las características organolépticas de la gelatina tallada en 3D. A partir de las siete formulaciones mencionadas en la Tabla 1 se realizó un análisis sensorial, mediante un diseño de bloques incompletos balanceados (13).

Para el análisis sensorial se utilizó una comisión de 14 evaluadores semi-entrenados, los cuales fueron previamente capacitados. El entrenamiento consistió en presentarles a los evaluadores las gelatinas talladas en 3D y manifestarles cuáles serán los atributos por evaluar en el producto. Los atributos fueron transparencia, sabor, aroma y textura. Además, se presentó el formato para el análisis sensorial y se indicó la manera como se tendría que llenarlo. El formato constó de una

Tabla 1. Cantidad de tratamientos evaluados

Tratamiento	Agente gelificante	Concentración (%)
1	Carragenina	0,35
2	Agar	0,35
3	Agar	0,45
4	Testigo	0,00
5	Agar	0,20
6	Carragenina	0,20
7	Carragenina	0,45

escala continua de 10 cm no estructurada, donde el extremo izquierdo correspondió a débil intensidad del atributo y el extremo derecho a fuerte intensidad. Cada una de las siete formulaciones fueron identificadas con números de tres dígitos tomados al azar y fueron servidas a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. El análisis sensorial se realizó en cabinas de degustación. A cada catador se le entregaron cuatro muestras y un vaso con agua como enjuague bucal. El análisis sensorial se realizó desde las 16:00 hasta las 17:00, según lo recomendado. Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se hizo un análisis de varianza para 95 % de confianza, con la ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurion ver. 15.2.06. Al tratamiento con las mejores características evaluadas se le realizaron análisis microbiológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis sensorial con el propósito de definir si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos estudiados y el tratamiento control. La Tabla 2 muestra los resultados del análisis y el análisis de las formulaciones de gelatina. Los resultados del análisis de varianza muestran que si existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) en el atributo transparencia de las formulaciones evaluadas. Se identificaron cuatro grupos homogéneos, la formulación 4 fue la que tiene mayor valoración en su media y se encuentra solo dentro de un mismo grupo homogéneo. La presencia de azúcar y sal en la formulación afecta la solubilidad de la carragenina, debido a que afectan la temperatura de hidratación de la carragenina, por ese

motivo las formulaciones elaboradas con carragenina tienen los valores de las medias bajas con respecto a las otras formulaciones (14).

El análisis de varianza del atributo sabor, evaluado por los catadores en las formulaciones de las gelatinas talladas en 3D. Se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) en el atributo sabor de las formulaciones evaluadas. Esto se debe a que, el uso del agar y la carragenina no aportan sabor ni color al producto elaborado. La Tabla 2 muestra el análisis de varianza del atributo textura, evaluado por los catadores en las formulaciones de las gelatinas talladas en 3D. Se observa que si existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el atributo textura de las formulaciones evaluadas. Se identificaron dos grupos homogéneos, las formulaciones número 1, 2 y 4 son las que tuvieron mayor valoración en su media y se encontraron dentro de un mismo grupo homogéneo. Lo recomendable sería usar una mezcla de agar y gelatina para combinar las propiedades de estos dos agentes gelificantes como dar flexibilidad y resistencia a altas temperaturas. Por lo tanto, el tratamiento 2, con una concentración de 0,35 % de agar en su formulación sería el mejor tratamiento por los beneficios que presenta el producto (15). El agar tiene propiedades más compactas y resistentes que la gelatina y carragenina, tiene una fuerza gelificante 10 veces mayor que la gelatina (15).

Las ventajas de usar agar en el postre de gelatina es que tiene un sello de GRAS según la FDA en los EE. UU. El agar empieza a gelificarse a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y termina alrededor

Tabla 2. Análisis de varianza de los atributos evaluados por los catadores en las formulaciones de la gelatina tallada en 3D

Tratamiento	Transparencia ¹	Sabor ¹	Textura ¹	Aroma ¹
1	5,2 ± 1,3 (bc)	6,6 ± 1,6 (a)	4,7 ± 1,7 (ab)	6,1 ± 1,0 (a)
2	1,9 ± 0,7 (a)	4,5 ± 2,5 (a)	4,0 ± 1,3 (ab)	5,5 ± 1,5 (a)
3	6,5 ± 2,3 (c)	5,5 ± 1,9 (a)	5,2 ± 1,6 (a)	5,1 ± 1,3 (a)
4	8,8 ± 0,7 (d)	5,8 ± 2,1 (a)	6,0 ± 1,4 (b)	5,3 ± 1,1 (a)
5	3,9 ± 1,7 (abc)	6,2 ± 1,9 (a)	3,7 ± 1,7 (a)	5,9 ± 1,5 (a)
6	3,3 ± 1,6 (ab)	4,2 ± 2,1 (a)	4,3 ± 1,8 (a)	4,5 ± 1,5 (a)
7	2,6 ± 1,2 (a)	4,6 ± 1,6 (a)	4,3 ± 1,5 (a)	5,6 ± 1,6 (a)
Valor p	0,0001	0,0865	0,024	0,0578

¹ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

¹ Media ± DE (n = 8).

de los 25 °C. El tiempo requerido para el agar gelifique depende de la concentración usada, el volumen del líquido, así como la temperatura ambiente donde se encuentre.

En el análisis de varianza del atributo aroma, evaluado por los catadores en las formulaciones de las gelatinas talladas en 3D. Se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) en el atributo aroma de las formulaciones evaluadas. El uso del agar y carragenina no aportan aroma al producto terminado. También se analizó la evaluación entre los catadores, las cuales dieron como resultados que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los catadores ($p \leq 0,05$), esto quiere decir que los que evaluaron las mismas formulaciones, coincidieron en sus apreciaciones. Se realizaron análisis microbiológicos de la gelatina tallada 3D con 0,35 % de agar, los resultados de los análisis se centran en microorganismo < 10 UPC/g y hongos < 10 UPC/g.

Los resultados microbiológicos indican que la gelatina tallada en 3D se encuentra dentro de las especificaciones establecidas en la norma ecuatoriana (16). La gelatina tallada en 3D cumple con los requisitos establecidos en la norma (16) estos son: posee un aspecto sin grumos, el color es uniforme, el olor es característico al aroma (fresa) utilizado en su elaboración y posee

un sabor característico al aroma utilizado en su formulación. La Fig. 1 presenta el producto terminado de la gelatina tallada en 3D, con el mejor tratamiento que corresponde al número 2 con 0,35 % de agar en su formulación.

CONCLUSIONES

La incorporación de agentes gelificantes como agar y carragenina si influyó en las características organolépticas y sensoriales de la gelatina tallada en 3D. El tratamiento conformado por 0,35 % m/m de agar en su formulación, fue la que presentó los mejores resultados en cuanto a propiedades organolépticas. La combinación mezcla de agar y gelatina transfiere las propiedades de estos dos agentes gelificantes como dar flexibilidad y resistencia a altas temperaturas al producto. Los resultados de los análisis microbiológicos indican que está dentro de los requisitos establecidos según la norma ecuatoriana. Mientras que todos los resultados de los requisitos sensoriales y organolépticos se encuentran dentro de las especificaciones establecidas en la norma. La gelatina tallada en 3D estaría en la capacidad de competir en el mercado.



Fig. 1. Gelatina tallada en 3D con 0,35 % m/m de agar.

REFERENCIAS

1. Gómez S. Factibilidad para la creación y puesta en marcha de la empresa Carlota dedicada a la repostería tipo buffet en la ciudad de Bucaramanga. Universidad Pontificia Bolivariana; 2019.
2. Spotti M. Estudio de propiedades y estructura de geles mixtos proteína-polisacárido. Influencia de la reacción de glicosilación. Universidad Nacional del Litoral; 2013.
3. Marlin D, Gonzalez O, Constantino J. Sustancias utilizadas como agente gelificante alternativas al agar en medios de cultivo para propagación in vitro. Rev Investig Agrar Ambient 2012; 3(2):49-62.
4. Koppmann M. Manual de gastronomía (El encuentro entre la ciencia y la cocina). Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores; 2011. 241 p.
5. Casas J, Albarracín I, Cortés C. Gastronomía molecular. Una oportunidad para el aprendizaje de la química experimental en contexto. TED Tecné, Episteme y Didaxis 2017; 2(42):125-42.
6. Noguera F, Gigante S, Menoni C, Aude I, Montero D, Peña N. Principios de la preparación de alimentos. Montevideo: Comisión Sectorial de Enseñanza (CSE) de la Universidad de la República.; 2018. 82 p.
7. Rodríguez P. Sustitución parcial de agar – agar por gelatina en Edulis, elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). Universidad Técnica de Ambato; 2014.
8. Villalobos A, Calderón L, Figueroa C, Fierro J, Otálora G, Álvarez R, Quevedo B, Mercado M, Huertas M, Trespalacios A. Evaluación por método ecométrico de agar obtenido de algas rojas colombianas. Univ Sci 2007; 12(3):57-65.
9. Praiboon J, Chirapart A, Akakabe Y, Bhumibhamon O, Kajiwara T. Physical and chemical characterization of agar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of Gracilaria. ScienceAsia 2006; 32(1):11-7.
10. Greiff S, Niepel C, Wüstenberg S. 21st century skills: International advancements and recent developments. Think Ski Creat 2015; 18:1-3.
11. Rodríguez E, Sandoval A, Ayala A. Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. Rev Tecnura 2003; (13):4-13.
12. Ayunta C. Geles de proteínas de leche de cabra–carragenano. Aplicación en el desarrollo de alimentos funcionales y nutricionales. Universidad Nacional de Santiago del Estero; 2018.
13. Salazar J, Zapata A. Analysis and design of experiments applied to simulation studies. Dyna 2009; 76(159):249-57.
14. Almeyda M, Armas B. Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de carragenina a base de alga roja *Chondracanthus chamissoi*. Universidad Nacional Agraria; 2018.
15. Rhein N, Ale M, Meyer A. Seaweed hydrocolloid production: An update on enzyme assisted extraction and modification technologies. Mar Drugs 2015; 13(6):3340-59.
16. Norma Técnica Ecuatoriana. INEN 1521. Postre de gelatina. Requisitos. Ecuador; 2019.