

## Evaluación del efecto gelificante del agar de *Gracilaria debilis* en la elaboración de una salsa a base de tomate

Evaluation of the gelling effect of *Gracilaria debilis* agar in the preparation of  
a tomato-based sauce

Maribel Quintero-Ramirez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3589-1336>

José Martínez-Osorio<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5093-4464>

Angy Mujica-Niño<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8624-5249>

Milagro Cordero-Silva<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2973-3120>

María Moreno-Quintero<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2254-7739>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”. Punto Fijo-Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”. Coro-Venezuela.

\*Autor para la correspondencia. correo electrónico: [mquintero05@gmail.com](mailto:mquintero05@gmail.com)

### RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto gelificante del agar de *Gracilaria debilis* en la elaboración de una salsa a base de tomate, para lo cual a las algas luego de recolectadas lavadas y secadas, se les aplicó tratamiento alcalino con NaOH 0,04 mol/L, el agar extraído de *G. debilis* tuvo un rendimiento de  $2,4 \pm 0,3$  %, los análisis: punto de gelificación ( $37,3 \pm 0,6$  °C), punto de fusión ( $78,3 \pm 0,6$  °C) y fuerza de gel ( $256,8 \pm 3,5$  g/cm<sup>2</sup>), se encuentran en los intervalos de calidad de agar reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Con el agar y una salsa madre preparada con cebolla, sal, vinagre, especias y tomates previamente escaldados y sin semillas, se elaboraron tres salsas a base de tomate (S1, S2 y S3) con concentraciones de 0,5; 1,0 y 1,5 %p/p de agar respectivamente. El análisis sensorial indicó que S2 con 1,0 % de agar fue la más aceptable. El índice de viscosidad de S2 fue de  $-729,7 \pm 9,8$  g.s, el cual no es

significativamente diferente al valor de una salsa comercial estudiada (-766,3±15,6 g-s). Las concentraciones de agar influyeron únicamente en el parámetro índice de viscosidad ajustándose a una ecuación lineal con  $R^2=0,996$ . Al ser el agar un producto de gran utilidad a nivel industrial, se espera que su utilización como gelificante en salsa a base de tomate, promueva su elaboración, incentivando la producción nacional y disminuyendo la dependencia de importación de gelificante.

**Palabras clave:** agar; gelificante; *Gracilaria debilis*; salsa de tomate

### **ABSTRACT**

In the present investigation, the gelling effect of *Gracilaria debilis* agar was evaluated in the preparation of a tomato-based sauce, for which the algae after being collected, washed and dried, were applied alkaline treatment with NaOH 0,04 mol/L. The agar extracted from *G. debilis* had a yield of 2.,4±0,3%, the analysis: gelation point (37,3±0,6 °C), melting point (78,3±0,6 °C) and gel strength (256,8±3,5 g/cm<sup>2</sup>) are within the agar quality ranges reported by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). With the agar and a mother sauce prepared with onion, salt, vinegar, spices and tomatoes previously blanched and without seeds, three tomato-based sauces (S1, S2, and S3) were prepared with concentrations of 0,5; 1,0 and 1,5% w/w agar respectively. Sensory analysis indicated that S2 with 1,0% agar was the most acceptable. The viscosity index of S2 was -729,7±9,8 g.s, which is not significantly different from the value of a commercial sauce studied (-766,3±15,6 g-s). Agar concentrations influenced only the viscosity index parameter by adjusting to a linear equation with  $R^2 = 0,996$ . As the agar is a product of great utility at the industrial level, its use as a gelling agent in a tomato-based sauce is expected to promote its elaboration, encouraging national production and reducing the dependence on the importation of gelling agent.

**Keywords:** agar; gelling; *Gracilaria debilis*; tomato-based sauce

Recibido: 19/11/2019

## Introducción

Gran parte de la materia prima vital en la industria alimenticia, son los aditivos químicos, tales como, acidificantes, conservantes, antioxidantes, colorantes, entre los cuales son relevantes los gelificante o espesantes. El uso de estos en la industria alimenticia se incrementa constantemente debido al desafío de presentar al consumidor alternativas más económicas de productos terminados, así como, de cumplir con las normativas locales. Sin embargo, en Venezuela, la oferta de gelificantes es poco diversa debido a que su comercialización es manejada por casas que no disponen de las divisas necesarias para adquirirlos. Los gelificantes comúnmente empleados en la industria alimentaria son: pectina, carboximetilcelulosa (CMC), goma xantana, goma arábica y agar. <sup>(1)</sup>

El agar es extraído de ciertas algas marinas de la clase Rhodophyceae, <sup>(2)</sup> de los géneros *Gelidium*, *Pterocladia*, *Gelidiella* y *Gracilaria*. <sup>(3)</sup> En Cabo San Román, Península de Paraguaná, Venezuela, existen varios géneros de algas agarofitas, siendo el género *Gracilaria* el que predomina. <sup>(4)</sup> La especie *Gracilaria debilis* se localiza en la zona, por lo que es una buena alternativa como materia prima para la producción de agar.

El agar es ampliamente aceptado en la industria alimentaria debido a su capacidad para formar geles termorreversibles, su uso se debe a sus propiedades específicas tales como: alto poder gelificante, resistencia al tratamiento térmico. En la industria alimentaria, se emplea en las áreas como la panadería, confitería, carne, pescado y productos avícolas, productos lácteos, helados, mantequilla de maní y bebidas. <sup>(5)</sup> Con respecto a esto, se ha estudiado el efecto de gelificantes: agar, pectina y goma arábica, en tres concentraciones: 0,30, 0,41 y 0,48 %, en la formulación de un dulce tipo pan a partir del tubérculo yacón (*Smallanthus sonchifolius*) por agregado de solutos: glucosa y sacarosa, y se logró la formación de un gel firme utilizando agar a una concentración de 0,48 %. <sup>(6)</sup>

Por otro lado la salsa a base de tomate es un producto elaborado a base de pulpa de tomate, al cual se le adiciona almidón, azúcar, condimentos y aditivos alimentarios

(incluido el almidón como espesante). <sup>(7)</sup> En este sentido se ha evaluado el efecto de agentes espesantes como CMC y el almidón sobre el parámetro de calidad de la salsa a base de tomate durante el almacenamiento a 30 °C, encontrándose que la formulación con CMC fue la más adecuada en la evaluación sensorial que la formulación con almidón, <sup>(8)</sup> también se ha reportado que la adición de los gelificantes goma guar, goma xantana y CMC, influyeron sobre las propiedades de flujo de las salsas a base de tomate. <sup>(9)</sup>

En la actualidad no existe reporte del empleo de agar en la elaboración de este tipo de alimento, por lo tanto el agar pudiera ser empleado en la elaboración de salsas a base de tomate, como un sustituto del almidón, el cual en Venezuela es un producto importado a un costo elevado. Por lo que a través del presente trabajo se pretende incursionar en la investigación dirigida a desarrollar aditivos con materias primas que pueden ser elaboradas en el país, y que podría obtenerse con cierto grado de tecnificación, de esta manera se logra un importante beneficio para la industria alimentaria venezolana. Sobre la base de lo expuesto con anterioridad, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto gelificante del agar de *G. debilis* en la elaboración de una salsa a base de tomate, determinando la concentración óptima de agar en la obtención del producto.

## **Métodos utilizados y condiciones experimentales**

La especie *Gracilaria debilis* (Forsskål) Børgesen, fue colectada mediante un muestreo no probabilístico intencional en las costas de la Península de Paraguaná, específicamente en el Cabo de San Román. Para la extracción de agar, las algas fueron lavadas con agua dulce, secadas sobre una superficie lisa expuestas al sol y pesadas, luego se siguió una metodología con modificaciones para la extracción de agar, <sup>(10)</sup> remojando 25 g de alga seca en un 1 L de agua por 12 h, después se realizó la extracción por triplicado a 90 °C por 2 h empleando hidróxido de sodio 0,04 mol/L. Luego con la ayuda de un trozo de tela se filtró, el extracto obtenido se dejó en reposo a temperatura de 23 °C, hasta que gelificó. Después se congeló a 10 °C y se descongeló para filtrarlo en frío con una tela. Se retiró con la ayuda de una espátula y se llevó a

calentamiento con 250 mL de agua hasta ebullición por 15 min. Después se filtró al vacío, secó, pesó y se le calculó el rendimiento.

Al agar extraído de *G. debilis* se le determinaron los análisis: punto de gelificación, fusión y fuerza de gel siguiendo las metodologías descritas por Freile-Pelegrin y Robledo, utilizando soluciones de agar al 1,5 % (p/v) a 23 °C. <sup>(11)</sup> Para la fuerza del gel se utilizó un analizador de textura (TA-TX Plus, Stable Micro Systems Ltd.) equipado con un émbolo cilíndrico de 10 mm de diámetro, operado con una velocidad de penetración de 1 mm/s, se calculó y expresó en g/cm<sup>2</sup>. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

El fruto de tomate se seleccionó según la norma venezolana COVENIN 165-83, <sup>(12)</sup> que refleja los requisitos para frutos de tomate tipo 1 y 2. Estos fueron desconchados, cortados de forma manual y triturados para preparar un puré fino y uniforme.

### **Preparación de las formulaciones**

La salsa madre se elaboró sobre la base de la norma venezolana COVENIN 3610:2000, <sup>(7)</sup> que establece los requisitos que debe cumplir la salsa a base de tomate para el consumo humano. Siguiendo una metodología con modificaciones propuesta para la elaboración de salsa de tomate <sup>(13)</sup>, inicialmente 3,0±0,1 kg de tomates enteros, lavados con anterioridad, fueron escaldados con agua a 80 °C durante 8 min, hasta que las pieles se rajaron y se dejaron enfriar. Luego se licuaron y colaron para eliminar las semillas y la piel del tomate. Al final lo obtenido se llevó a ebullición durante 30 min en un recipiente abierto con 288,3±0,1 g de cebolla, 159,8±0,1 g de azúcar, 29,5±0,1 g de sal, 300,0±0,1 mL de vinagre y especias. Partiendo de la salsa madre y sobre la base de la norma COVENIN 910:2000, <sup>(14)</sup> sobre aditivos alimentarios, la cual permite el uso de agar como gelificante en alimentos, se elaboraron tres salsas a base de tomate (S1, S2 y S3) con concentraciones de 0,5; 1,0 y 1,5 %p/p de agar respectivamente, ya que entre 0,5 a 2 % de agar es lo preferido en productos ácidos pues gelifica independiente del contenido de azúcar y acidez. <sup>(15)</sup> Esto se llevó a cabo a 80 °C con agitación constante hasta que el agar se disolvió en su totalidad, luego para mantener la temperatura, se envasaron en frascos de vidrio previamente esterilizados de 250 mL con tapa de plástico. <sup>(16)</sup>

## **Análisis fisicoquímico, microbiológico y determinación de la vida útil de las formulaciones**

Para conocer la calidad de las salsas con respecto a los valores exigidos en la norma COVENIN 3610:2000, <sup>(7)</sup> se les realizaron los índices de calidad siguientes: acidez, <sup>(17)</sup>, cloruros, <sup>(18)</sup> pH, <sup>(19)</sup> sólidos solubles <sup>(20)</sup> y se les determinaron los elementos cobre, plomo y zinc con un Espectrofotómetro de Absorción Atómica con atomizador de llama, Varians modelo 20 plus. <sup>(21)</sup>. A las muestras y a una salsa a base de tomate comercial se les determinó el índice de viscosidad con el ensayo de extrusión inversa empleando el Texturómetro TA.TX Plus Texture Analyser de Stable Micro Systems. <sup>(22)</sup> a  $23\pm 1$  °C. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

A las salsas se les determinaron los análisis microbiológicos: hifas de mohos <sup>(23)</sup> y la determinación de la vida útil por medio del recuento de aerobios mesófilos, <sup>(24)</sup> la cual se realizó tomando muestras al azar a los 7, 21 y 35 días luego de ser envasadas y almacenadas a  $4\pm 1$  °C.

### **Caracterización sensorial de las formulaciones**

El análisis sensorial de las salsas, se llevó a cabo aplicando una encuesta con escala hedónica verbal, <sup>(25)</sup> a un grupo de 80 consumidores potenciales adultos no entrenados, escogidos mediante muestreo probabilístico casual, a los cuales se les dio a probar y evaluar sensorialmente las salsas para medir el nivel de aceptación basándose en las características de olor, color, sabor y consistencia. Se empleó una escala hedónica de 5 puntos con los siguientes descriptores: desagradable=1, poco agradable=2, regular=3, agradable=4 y excelente=5. Las muestras fueron servidas en vasos de plástico de 10 mL a  $24\pm 1$  °C.

### **Análisis estadístico**

A los valores de las propiedades fisicoquímicas, empleando el paquete estadístico STATPOINT TECHNOLOGIES. STARGRAPHICS Centurion XV1.0.2.1. 2012, se les realizó un análisis de varianza de un factor ANOVA. Para los indicadores que presentan

diferencias significativas, se aplicó la prueba del rango múltiple de Duncan. A los valores de índice de viscosidad en función de las concentraciones de agar utilizadas se les realizó una regresión simple. De lo arrojado por la prueba hedónica verbal, se les realizó un análisis de varianza de múltiple factor siendo los factores el porcentaje de agar y los resultados de la encuesta verbal, para así determinar cuáles de estos factores tuvieron una influencia en nivel de aceptación por los consumidores potenciales a las salsas.

## Resultados y discusión

### Propiedades físicas del agar de *Gracilaria debilis*

El peso del alga seca fue de  $758,4 \pm 0,1$  g y el peso del agar obtenido de una porción de  $25,0 \pm 0,1$  g de alga fue de  $0,597 \pm 0,081$  g. El rendimiento de agar del proceso de extracción fue de  $2,39 \pm 0,33$  %. Los valores de punto de fusión, punto de gelificación y fuerza de gel (tabla 1) se encuentran en los intervalos de calidad de agar reportados por la FAO/WHO, <sup>(2)</sup> de 76-92 °C, 29-42 °C y 50-300 g/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que se considera un agar de buena calidad.

**Tabla 1-** Características físicas del agar de *G. debilis*

Indicador	Valor medio
Punto de fusión (°C)	78,33 (0,61)
Punto de gelificación (°C)	37,3 (0,6)
Fuerza de gel (g/cm <sup>2</sup> )	256,8 (3,5)

Valores ( ) indican desviación estándar

### Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las salsas

En la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de las salsas S1, S2 y S3. Los valores de acidez, cloruros, pH y sólidos solubles se encuentran entre los intervalos permisibles reportados por la norma COVENIN 3610:2000. <sup>(10)</sup> Comparando los valores de índice de viscosidad; con el valor de la salsa comercial también determinada en este estudio ( $-766,3 \pm 15,6$  g·s), la salsa S2 fue la que reportó el valor ( $-729,7 \pm 9,8$  g·s) más cercano al de la salsa comercial.

**Tabla 2-** Características fisicoquímicos de las salsas

Salsas	Acidez (%)	Cloruros (%)	pH	Sólidos solubles (° Brix)	Índice de viscosidad (g·s)
S1	1,24 (0,02)	2,26 (0,25)	3,32 (0,02)	20,7 (0,6)	-466,2 (24,6) <sup>a</sup>
S2	1,32 (0,05)	2,36 (0,30)	3,38 (0,01)	20,3 (0,6)	-729,7 (9,8) <sup>b</sup>
S3	1,27 (0,03)	2,53 (0,25)	3,36 (0,04)	21,3 (0,5)	-986,2 (2,8) <sup>c</sup>
Comercial	ND	ND	ND	ND	-766,3 (15,6) <sup>b</sup>

ND: no determinado

Valores ( ) indican desviación estándar

Las letras representan agrupamientos de acuerdo a la prueba de Duncan, medias con la misma letra no son significativamente distintas ( $\alpha = 0,05$ )

En la tabla 3 se muestran los resultados de la presencia de contaminantes, todos los valores reportados se encuentran por debajo de los límites máximos exigidos en la norma COVENIN 3610:2000. <sup>(7)</sup>

**Tabla 3-** Requisitos contaminantes en las salsas

Salsas	Cobre (mg.kg <sup>-1</sup> )	Plomo (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zinc (mg.kg <sup>-1</sup> )
S1	0,56 (0,02)	< 0,01	0,37 (0,01)
S2	0,53 (0,02)	< 0,01	0,34 (0,02)
S3	0,50 (0,03)	< 0,01	0,35 (0,05)

Valores ( ) indican desviación estándar

En cuanto a los análisis microbiológicos, se encontró en las tres salsas que la cantidad de hifas de mohos están por debajo de 2 %, cumpliendo con lo establecido en la norma COVENIN 2427:87 <sup>(20)</sup> para un máximo de 40 % de campos positivos, indicando que presentan buenas condiciones higiénicas sanitarias, ya que no se observaron crecimientos de hongos ni de filamentos. Las salsas a los 7, 21 y 35 días presentan valores menores de 10 UFC.mL<sup>-1</sup>, lo cual es indicativo de la ausencia de colonias bacterianas de aerobios mesófilos, esto puede ser resultado de que se le añadió al final del envasado 10,0±0,1 mL de vinagre además de que se llevó a cabo a 80 °C, aunado a la previa esterilización del envase a utilizar, lo que disminuye la reproducción del



microorganismo, por lo tanto aumenta la vida útil de las salsas, confirmando así que éstas tienen buenas condiciones higiénicas sanitarias.

La tabla 4 refleja los porcentajes asociados al nivel de aceptación por los consumidores potenciales a las salsas.

**Tabla 4-** Resultados de la prueba con escala hedónica verbal

Preferencia	Atributo S1 (%)				Atributo S2 (%)				Atributo S3 (%)			
	C	O	S	c	C	O	S	c	C	O	S	c
<i>Excelente(5)</i>	32,5	12,5	7,5	0,0	45,0	32,5	42,5	52,5	5,0	2,5	2,5	0,0
<i>Agradable(4)</i>	55,0	52,5	52,5	0,0	42,5	60,0	57,5	47,5	37,5	45,0	25,0	0,0
<i>Regular (3)</i>	12,5	30,0	35,0	65,0	12,5	5,0	0,0	0,0	42,5	37,5	35,0	15,0
<i>Poco agradable(2)</i>	0,0	5,0	5,0	35,0	0,0	2,5	0,0	0,0	15,0	15,0	35,0	30,0
<i>Desagradable(1)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	55,0

C: color; O: olor; S: sabor; c: consistencia

Al comparar los resultados se puede observar que la S2 fue la más aceptada, ya que de acuerdo al gusto de los panelistas, los atributos color, olor y sabor, presentaron los mayores puntajes en la característica de “agradable”, además de presentar para el atributo consistencia, el mayor puntaje en la característica de “excelente”. La sustitución del almidón por el agar al 1,0 % en el atributo consistencia, resultó ser un adecuado ingrediente en la elaboración de la salsa a base de tomate, donde para S2 con un porcentaje del 52,5 %, hizo del atributo consistencia el determinante en la aceptación de ésta sobre las demás salsas.

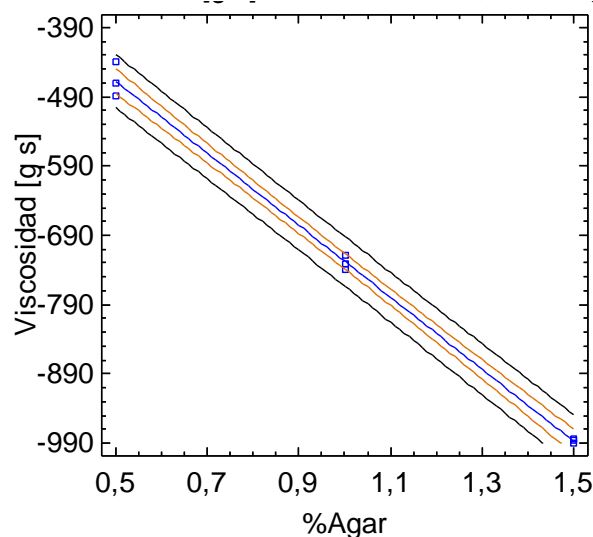
El grado de aceptación por los consumidores potenciales a S2 para el atributo olor fue de “agradable”, es necesario señalar que este atributo no depende de la cantidad de agar y es de esperar ya que el agar además de que carece de color, no aporta sabor ni aroma a un producto alimenticio. <sup>(5)</sup> Aunque el atributo sabor muestra un porcentaje de 57,5 % en la categoría “agradable”, también reporta un alto porcentaje en la categoría de “excelente” (42,5 %), es posible que esto se deba a la preferencia de la población venezolana de consumir productos muy competitivos como la salsa de tomate tipo ketchup, a la cual no se le añade espesante.

## Análisis estadístico del comportamiento de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en función de la concentración de agar en las salsas

Al comparar las medias de los indicadores fisicoquímicos, mediante un análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 2) se encontró que no existen diferencias significativas para los valores de acidez, cloruros, pH y sólidos solubles para las diferentes formulaciones estudiadas, mientras que para el parámetro índice de viscosidad si existen diferencias significativas. La prueba del rango múltiple de Duncan indicó que hay diferencias significativas entre todos los pares de medias del índice de viscosidad con excepción del de S2 y la muestra comercial.

Considerando que de los indicadores determinados a las formulaciones, el único análisis afectado por la concentración de agar es el índice de viscosidad, se realizó una regresión, ajustándose dichos valores a un modelo lineal (ecuación 1, figura 1) con  $R^2=0,996$ , esto demuestra la relación entre la cantidad de agar añadido para cada formulación y el índice de viscosidad.

$$\text{Índice de viscosidad [g s]} = -207,133 - 520,3679 * \% \text{ Agar} \quad (1)$$



**Fig. 1-** Regresión simple del índice de viscosidad en función de la concentración de agar en las salsas

El mismo comportamiento fue observado en la elaboración de salsas a base de tomate empleando los gelificantes goma guar, goma xantana y CMC, donde estos influyeron sobre las propiedades de flujo de las muestras. El aumento de la concentración de los gelificantes en las muestras aumentó sus viscosidades en comparación con el control; sin embargo, el efecto de la goma guar sobre la viscosidad fue mayor que el de la goma xantana y el CMC. <sup>(9)</sup>

El ANOVA indica que existe una diferencia significativa entre los pares de media de los atributos color y olor con respecto al porcentaje de agar y a los consumidores potenciales ya que sus valores-P fueron de 0,000. Para los atributos sabor y consistencia el ANOVA indica que son muy diferentes respecto al porcentaje de agar, pero no tan diferentes con respecto a los consumidores potenciales, ya que sus valores P fueron de 0,198 y 0,8642, siendo mayor que el nivel de significancia del ANOVA ( $\alpha=0,05$ ), esto quiere decir que la mayoría de los consumidores potenciales tuvieron una misma opinión sobre el sabor y la consistencia de las salsas.

## Conclusiones

1. La formulación con 1,0 % de agar fue la que mostró mayor nivel de aceptación por los consumidores potenciales para los atributos evaluados: color, olor, sabor y consistencia. Además, demostró estabilidad durante un mes ante aerobios mesófilos, con valores menores de  $10 \text{ UFC.mL}^{-1}$ .
2. El efecto gelificante del agar de *G. debilis* en la elaboración de una salsa a base de tomate se verificó en las muestras empleadas, ya que las concentraciones de agar influyeron únicamente en el índice de viscosidad de forma directamente proporcional, ajustándose a una ecuación lineal con  $R^2=0,996$ .

## Agradecimientos

La autora desea expresar su especial agradecimiento al Ing. Wilmer Barrera† del Laboratorio de Análisis Químico del Complejo “Los Perozos” de la UNEFM por el apoyo

en la determinación de los elementos en la muestras; a la MSc. Aura Coba del Laboratorio de Alimentos de la Universidad Simón Bolívar por el apoyo en el ensayo de extrusión inversa y al CITEC-UNEFM por la subvención otorgada al proyecto.

## Referencias bibliográficas

1. SAHA, D. Y BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science Technology*. 2010, **47**(6), pp. 587–597. DOI 10.1007/s13197-010-0162-6
2. FAO/WHO. Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China. Food and Agriculture Organization of the United Nations- World Health Organization. [Documento en línea] 1990. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ab730e/AB730E00.htm#TOC>
3. ARMISEN R. Y GALATAS F. Agar. En Phillips, G. y Williams, P. (Eds.), Handbook of hydrocolloids (pp. 82-105). Boca Raton: Woodhead Publishing Limited, 2000.
4. RODRÍGUEZ, J.; RODRÍGUEZ, C.; MOLINS, L.; NÚÑEZ, M. Y COLMENARES, M. Comunidad bentónica asociada a una plataforma rocosa en el Cabo San Román, Edo. Falcón. VI Congreso de investigación: La investigación en el siglo XXI. Universidad de Carabobo, Venezuela, 2007. Disponible en: [http://facyt.uc.edu.ve/sites/default/%20files/Paraguana%20Gregorio\\_0.pdf](http://facyt.uc.edu.ve/sites/default/%20files/Paraguana%20Gregorio_0.pdf)
5. STEPHEN, A., PHILLIPS, G. Y WILLIAMS, P. *Food polysaccharides and their applications*. 2a ed., Boca Raton, FL., USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. ISBN 0-8247-5922-2.
6. MALDONADO, S. y SINGH, Y. Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008, **28**(2), pp. 429-434. ISSN 0101-2061. DOI: 10.1590/S0101-20612008000200025
7. COVENIN. Salsa a base de tomate, 3610. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 2000
8. ALAM, K., AHMED, M., AKTER, NURUL, S. Y EUN, J, Effect of carboxymethylcellulose and starch as thickening agents on the quality of tomato ketchup.

Pakistan *Journal of Nutrition*, 2009, **8**(8), pp. 1144-1149. ISSN 1680-5194. DOI: 10.3923/pjn.2009.1144.1149.

9. KOOCHKEKI, A., GHANDI, A., RAZAVI, S., MORTAZAVI, S. Y VASILJEVIC. T. The rheological properties of ketchup as a function of different hydrocolloids and temperatura. *International Journal of Food Science and Technology*. 2009, **44**(3), pp. 596–602. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01868.x.

10. MEENA, R., PRASAD, K., GANESAN, M. y SIDDHANTA, A. Superior quality agar from *Gracilaria* species (Gracilariales, Rhodophyta) collected from the Gulf of Mannar, India. *Journal of Applied. Phycology*, 2008, **20**(4), pp. 397–402. DOI: 10.1007/s10811-007-9272-6.

11. FREILE-PELEGRÍN, Y. y ROBLEDO, D. Influence of alkali treatment on agar from *Gracilaria cornea* from Yucatán, México. *Journal of Applied. Phycology*, 1997, **9**(6), pp. 533-539. DOI: 10.1023/A:1007989931915.

12. COVENIN. Tomates, 165. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1983

13. LÓPEZ, M.; RAMOS, R. y PINO, J. Comparación de tres métodos para la obtención de salsa de tomate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 1985, **38**(2), pp. 99-106. ISSN 2248-7026.

14. COVENIN. Aditivos Alimentarios, 910. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 2000.

15. SCHMIDT-HEBBEL, H. Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos: Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de Chile, 1990 [Fecha consulta: 15 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121409>

16. COVENIN. Alimentos comercialmente estériles. Evaluación de la esterilidad comercial, 2278. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1985.

17. COVENIN. Frutas y productos derivados. Determinación de acides, 1151. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1977.

18. COVENIN. Alimentos. Determinación de cloruros, 1193. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1981.

19. COVENIN. Alimentos. Determinación del pH (ácidos iónicos), 1315. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1979.
20. COVENIN. Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría, 924. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1983.
21. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 8th ed. Arlington, Virginia. AOAC, 2005.
22. GARCÍA, G. *Texturometría Instrumental: Puesta a punto y aplicación a la Tecnología de Alimentos*. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad de Oviedo, España, 2012. Disponible en: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/3983>
23. COVENIN. Alimentos. Determinación de hifas de mohos. Método de la cámara de Howard, 2427. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1987.
24. COVENIN. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri, 902. Caracas: Ministerio de Fomento, Fondonorma, 1987.
25. ESPINOSA, J. Análisis Sensorial. La Habana: Editorial universitaria Félix Varela, 2007, p. 177. ISBN 978-956-07-1956-1.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

### **Contribución de los autores**

DraC. Maribel Quintero Ramírez: concepción de la investigación, diseño de los experimentos, planificación, evaluación y seguimiento de cada una de las pruebas, análisis de los datos, interpretación de los resultados y redacción del artículo.

Ing. José Martínez Osorio: búsqueda de información, realización de la parte experimental y preparación de las muestras.

Ing. Angy Mujica Niño: realización de la evaluación sensorial a las muestras.

Ing. Milagro Cordero Silva: parte experimental de la investigación

MSc. María Moreno Quintero: apoyó en el tratamiento estadístico y en la revisión del artículo.