

# Evaluation of the sensory quality and level of acceptance of formulations of carrot soup microemulsified with inulin and milk whey protein concentrate

## Evaluación de la calidad sensorial y nivel de aceptación de formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y concentrado de proteína de suero de leche

Fabela-Morón, Miriam F.<sup>1\*</sup>; Díaz-Ramírez, Mayra<sup>1</sup>; Jiménez-Guzmán, Judith<sup>1</sup>; Cruz-Monterrosa, Rosy G.<sup>1</sup>; Rayas-Amor, Adolfo A.<sup>1</sup>; León-Espinosa, Erika B.<sup>1</sup>; Mena-Martínez, María<sup>1</sup>; García-Garibay, Mariano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma. Av. de las Garzas No. 10, Col. El Panteón, Municipio Lerma de Villada, Estado de México, C.P. 52005.

\*Autor para correspondencia: mf.fabela@correo.ler.uam.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the sensory quality and the level of acceptance of carrot soup formulations microemulsified with inulin and milk whey protein concentrate (WPC).

**Design/methodology/approach:** Formulations of Carrot Soup Microemulsified with inulin and milk whey protein concentrate (WPC) were developed according to a simple centroid experimental design and the sensory quality and level of acceptance of the developed formulations were evaluated.

**Results:** Formulation D formulated with carrot microemulsified with a mixture of Inulin and WPC presented the highest level of acceptance compared to the other formulations developed. The developed Formulations presented significant differences respect to luminosity ( $L^*$ ) and did not present a significant difference respect to color difference ( $\Delta E^*$ ) as they all presented a tendency to red-yellow hue.

**Limitations on study/implications:** It is important to carry out further tests to complete the development of formulations to improve the sensory properties of this type of products.

**Findings/conclusions:** Inulin and milk whey protein concentrate (WPC) are biopolymers that can be used in the development of carrot soup formulations to generate a product with acceptable sensorial quality to the consumer.

**Keywords:** carrot, biopolymers, microemulsion.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la calidad sensorial y el nivel de aceptación de formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL).

**Diseño/metodología/aproximación:** Se desarrollaron cuatro formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL) acorde con un diseño experimental de simple centroide y se evaluó la calidad sensorial y el nivel de aceptación de las formulaciones desarrolladas.

**Resultados:** La formulación D formulada con zanahoria microemulsionada con inulina y CPSL al 50% presentó el mayor nivel de aceptación respecto a las otras formulaciones desarrolladas. Las formulaciones desarrolladas presentaron diferencias significativas respecto a la luminosidad ( $L^*$ ) y no presentaron diferencia significativa en cuanto a la diferencia de color ( $\Delta E^*$ ) al presentar todas tendencia a la tonalidad roja-amarilla.

**Agroproductividad:** Vol. 13, Núm. 7, julio, 2020. pp: 101-106.

**Recibido:** diciembre, 2019. **Aceptado:** junio, 2020.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Es importante realizar más pruebas que permitan completar el desarrollo de formulaciones para mejorar las propiedades sensoriales de este tipo de productos.

**Hallazgos/conclusiones:** La inulina y el concentrado de proteína de suero de leche (CPSL) son biopolímeros que pueden utilizarse en el desarrollo de formulaciones de sopa de zanahoria para generar un producto de calidad sensorial aceptable por el consumidor.

**Palabras clave:** zanahoria, biopolímeros, microemulsión.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo de nuevos productos alimenticios involucra diferentes aspectos entre los cuales destaca el aprovechamiento integral de productos hortofrutícolas, así como la conservación de la calidad sensorial y el nivel de aceptación de los alimentos desarrollados. Dentro de los productos hortofrutícolas producidos y más consumidos en México destaca la zanahoria (*Daucus carota* subesp. *sativus*), la cual posee una producción de 45,533 toneladas a nivel nacional de acuerdo con la información del SIAP al 31 de marzo de 2020 (SIAP, 2020). La zanahoria es una hortaliza considerada como un excelente alimento por su contenido de fibra, vitaminas y minerales (Guo *et al.*, 2020), cuyo consumo tiene efectos positivos en la salud debido a la presencia de carotenos, siendo la zanahoria naranja la variedad más predominante (Ekici *et al.*, 2015; Castro *et al.*, 2019) (Figura 1).



**Figura 1.** Zanahoria (*Daucus carota* subesp. *sativus*).



**Figura 2.** Inulina y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL).

El desarrollo de productos alimenticios a partir de productos hortofrutícolas incluye diferentes etapas dentro de las cuales destacan la formulación y la evaluación sensorial (Yu *et al.*, 2018; Aykan *et al.*, 2020). En este sentido, la formulación de emulsiones alimenticias a base de zanahoria como las sopas, utilizando biopolímeros de grado alimenticio es de gran importancia para lograr la adecuada protección de ingredientes alimenticios y para proveer calidad sensorial (Sharma *et al.*, 2017; Neckebroek *et al.*, 2020; Sogut y Cakmak, 2020). Dentro de los biopolímeros utilizados en las emulsiones como agentes estabilizantes, texturizantes y sustitutos de grasa (Bayarri *et al.*, 2010) se encuentran la inulina y el concentrado de proteína de suero de leche (CPSL). La inulina es un polisacárido lineal no digerible conformado por enlaces  $\beta$ -(2-1) unidos a residuos de fructosa con una unidad terminal de residuos de glucosa cuya funcionalidad se destaca como agente texturizante (Shoaib *et al.*, 2016), como fibra y como prebiótico en diversas formulaciones alimenticias (Bayarri *et al.*, 2010). El CPSL es ampliamente utilizado en productos lácteos, productos cárnicos, productos de panificación y emulsiones alimenticias (Jiang *et al.*, 2018) (Figura 2).

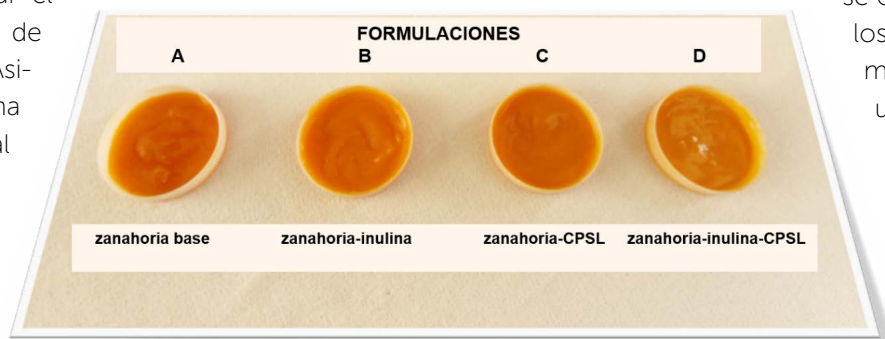
Las sopas a base vegetales como la zanahoria son ideales porque promueven la buena digestión y a la vez aportan vitaminas, además del efecto sinérgico que presentan cuando están formuladas con biopolímeros alimenticios (Ben-Fadhel, Maherani *et al.*, 2020) que mejoran su calidad sensorial (Scott *et al.*, 2019). La calidad sensorial y el nivel de aceptación son un referente importante para dar valor agregado al consumo de zanahoria como alimento procesado (Yu *et al.*, 2018). Por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la calidad sensorial y el nivel de aceptación de formulaciones de sopa de

zanahoria microemulsionada con inulina y CPSL (Janiszewska-Turak et al., 2017).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó zanahoria variedad Naranja obtenida del Mercado Morelos de la ciudad de Toluca, Estado de México, inulina (Nutriagaves de México, Jalisco) y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL, Ingredientes Funcionales de México, Ciudad de México). Como primer paso, se preparó un homogenizado base de zanahoria que contenía 351 g de zanahorias molidas y 250 mL de leche evaporada, el cual se utilizó para desarrollar cuatro formulaciones de sopa de zanahoria con el fin de encontrar la más adecuada y aceptada por el consumidor. Las formulaciones se desarrollaron siguiendo un diseño experimental de simple centroide para establecer las concentraciones de biopolímeros (Cuadro 1). La formulación A (zanahoria base) fue formulada con 20 mL del homogenizado base, 1 g de aceite de oliva, 0.1 g de cebolla y 0.01 g de ajo. La formulación B (zanahoria-inulina) se formuló con 20 mL de homogenizado base, 1 g de aceite de oliva, 0.1 g de cebolla, 0.01 g de ajo e inulina al 100%. La formulación C (zanahoria-CPSL) se formuló con 20 mL de homogenizado base, 1 g de aceite de oliva, 0.1 g de cebolla, 0.01 g de ajo y CPSL 100%. La formulación D (zanahoria-inulina- CPSL) 20 mL de homogenizado base, 1 g de aceite de oliva, 0.1 g de cebolla, 0.01g de ajo y 50% de inulina- CPSL. Todos los ingredientes se mezclaron y fueron sometidos a calentamiento a 92 °C, posteriormente se adicionó poco a poco cada biopolímero en cada formulación. Las formulaciones de sopa de zanahoria fueron microemulsionadas por medio de un homogenizador de cuchillas (Modelo MR30, Braun, México) durante 5 minutos hasta su completa homogenización (Fabela-Morón et al., 2016). Con las cuatro formulaciones desarrolladas, se realizó una evaluación sensorial hedónica con 18 panelistas donde se les pidió que eligieran la muestra que fuera de su mayor agrado, con el fin de evaluar el

nivel de aceptación de las formulaciones. Asimismo, se realizó una evaluación sensorial hedónica de la formulación seleccionada con mayor nivel de aceptación para evaluar su calidad sensorial respecto a su



**Figura 3.** Formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada. CPSL=Concentrado de proteína de suero de leche.

**Cuadro 1.** Formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionadas con inulina y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL) acorde al diseño experimental de simple centroide.

Formulación	Inulina (%)	CPSL (%)
Formulación A	0	0
Formulación B	100	0
Formulación C	0	100
Formulación D	50	50

sabor, color, textura y nivel de agrado. Se analizó cuantitativamente el color característico presente en cada formulación desarrollada mediante el uso del colorímetro (Minolta CR-400) a través de las coordenadas del espacio de color CIELAB. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA y prueba de Tukey con un  $\alpha=95\%$  para evaluar la diferencia significativa entre las formulaciones (STATGRAPHICS Centurion XVI.I).

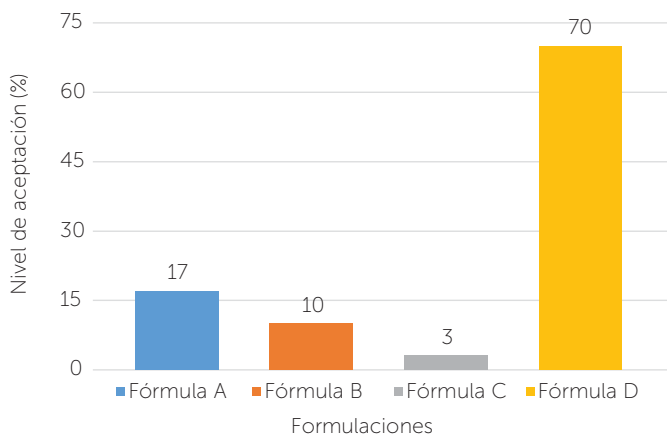
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollaron cuatro formulaciones de sopa de zanahoria: Formulación A Base, Formulación B (zanahoria-inulina), Formulación C (zanahoria-CPSL) y Formulación D (zanahoria-inulina-CPSL) como se puede apreciar en la Figura 3.

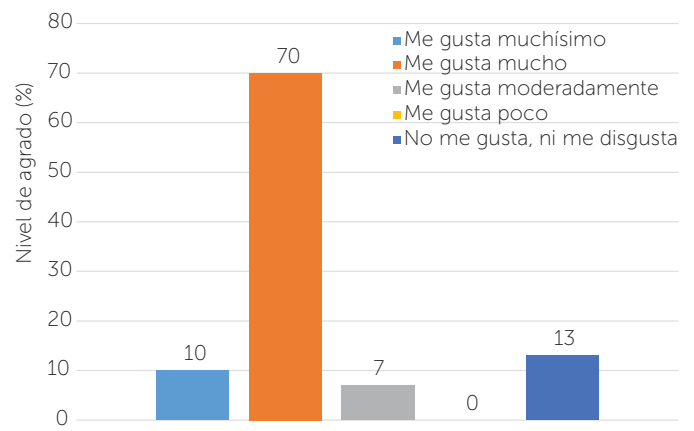
Derivado de la evaluación sensorial hedónica, se obtuvo que las formulaciones A, B y C presentaron menor nivel de aceptación, donde la formulación D de sopa de zanahoria microemulsionada que contiene la mezcla de inulina-CPSL al 50% fue la formulación con mayor nivel de aceptación en un 70% (Figura 4).

Respecto al análisis sensorial realizado para evaluar los atributos de color, sabor y textura de la formulación D de la sopa microemulsionada con la mezcla al 50% de inulina-CPSL, las Figuras 5, 6, 7 y 8 presentan los resultados que los panelistas evaluaron respecto a estos atributos sensoriales. En la Figura 5, respecto al atributo de color,

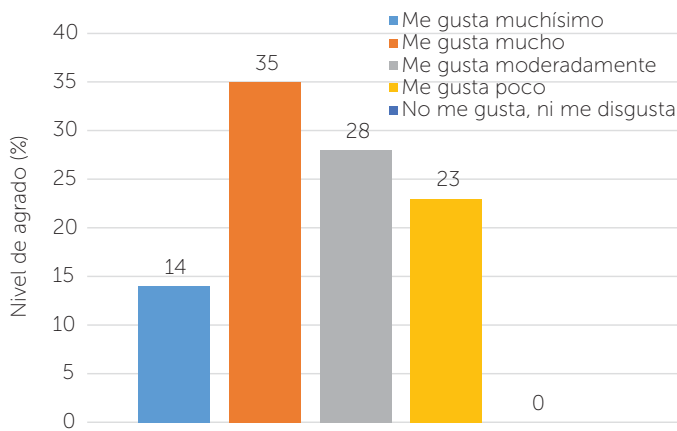
se observa que al 70% de los panelistas les "gusta mucho" seguido por un 13% a los cuales no les gusta ni les disgusta, 10% a los que les gusta demasiado el color, 7% a los que les gusta moderadamente y 0% a los que les gusta poco.



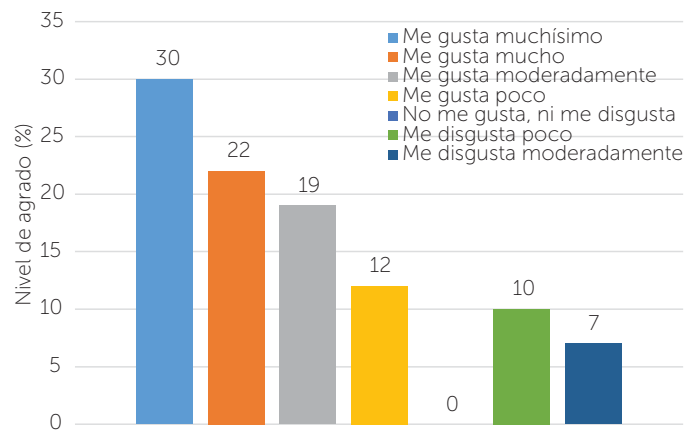
**Figura 4.** Prueba hedónica de formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada.



**Figura 5.** Evaluación hedónica de color de la formulación D sopa de zanahoria-inulina-CPSL.



**Figura 6.** Evaluación hedónica de textura de la formulación D sopa de zanahoria-inulina-CPSL.

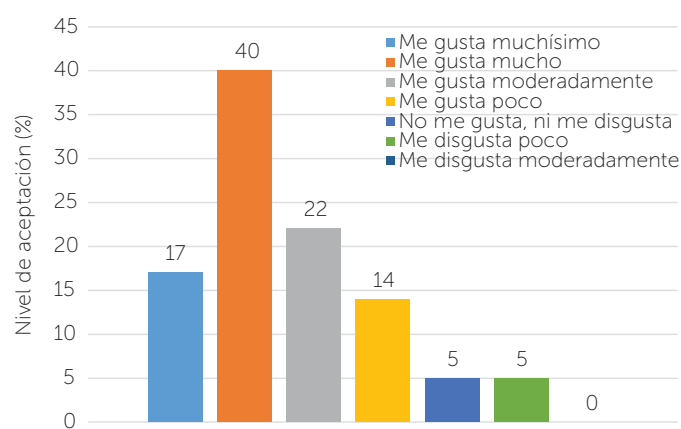


**Figura 7.** Evaluación hedónica de sabor de la formulación D sopa de zanahoria-inulina-CPSL.

En la evaluación del atributo de textura, al 14% de panelistas les "gusta muchísimo", al 35% "les gusta mucho", mientras que al 28% "les gusta moderadamente" y al 23% les gusta poco (Figura 6).

Respecto al sabor, 30% de los panelistas "les gusta muchísimo", mientras que al 7% "les disgusta" moderadamente (Figura 7).

Para el nivel de aceptación, se obtuvo que al 40% de los panelistas "les gusta mucho", seguido de un 22% a los cuales "les gusta moderadamente", mientras que al 5% "les disgusta". Por tanto, sensorialmente la sopa microe-



**Figura 8.** Evaluación hedónica del nivel de aceptación de la formulación D sopa de zanahoria-inulina-CPSL.

mulsionada con inulina y CPSL al 50% muestra un buen nivel de aceptación al presentar el mayor nivel de aceptación por parte del 40% de los panelistas (Figura 8).

Los parámetros de color (sistema CIE L\*, a\*, b\*) se presentan en el Cuadro 2.

De acuerdo con el análisis de los parámetros de color presentados en el

Cuadro 2, las formulaciones A, B y D, presentan diferencia significativa en el parámetro de luminosidad (L\*). Respecto al parámetro a\*, todas las formulaciones presentan tonalidad con tendencia al rojo debido al valor



**Cuadro 2.** Parámetros de color de sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y CPSL.

Parámetro de color	Formulación A	Formulación B	Formulación C	Formulación D
L*	74.58±1.53 b	67.38±0.56 c	77.25±0.68 ab	78.47±0.1 a
a*	6.96±0.29 ab	4.00±0.55 b	8.39±1.89 a	8.77±0.03 a
b*	63.15±0.62 a	61.21±1.00 a	65.41±6.13 a	67.35±1.05 a
ΔE*	65.94±1.14 a	66.9±1.16 a	66.07±2.76 a	68.94±1.93 a

Los valores son expresados como medias (n=2)±desviación estándar. Letras iguales en cada fila indican que no existe diferencia significativa (Tukey, p<0.05).

positivo de a\*, donde las formulaciones A, C y D no presentan entre ellas diferencia significativa; mientras que, las formulaciones A y B si presentan diferencia significativa respecto al parámetro a\*. En cuanto al parámetro b\*, todas las formulaciones presentan tendencia a la tonalidad amarilla por su valor positivo, y no existe diferencia significativa entre éstas. Para la diferencia de color representada por ΔE\* no existe diferencia significativa entre las formulaciones, esto se debe principalmente a que todas presentan el color naranja característico y que difiere para cada formulación en luminosidad. Estos resultados se sustentan de acuerdo con el ANOVA y la prueba de Tukey realizados para todas las formulaciones y parámetros (Danalache et al., 2016; Danalache et al., 2017).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, estos muestran que es factible el desarrollo de formulaciones de sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y concentrado de proteína de suero de leche (CPSL). Sensorialmente se evaluó la calidad de las formulaciones respecto al sabor, color, textura y nivel de aceptación, donde la formulación D que contiene la sopa de zanahoria microemulsionada con inulina y CPSL al 50% fue la que presentó el mayor nivel de aceptación respecto a las otras formulaciones desarrolladas. En cuanto a los parámetros de color (CIE L\*, a\*, b\*) evaluados en las formulaciones, se obtuvieron algunas diferencias en cuanto a la luminosidad (L\*) y sin diferencia significativa en cuanto a la diferencia de color (ΔE\*) al presentar todas las formulaciones el color naranja característico de la zanahoria en tonalidades rojo-amarilla (a\*, b\*). Sin embargo, es importante realizar más pruebas que permitan completar el desarrollo y mejorar las características de este tipo de productos.

## LITERATURA CITADA

Aykan, S., Vatansever, G., Doğanay-Erdoğan, B., & Kalaycıoğlu, C. (2020). Development of Sensory Sensitivity Scales (SeSS): Reliability

and validity analyses. *Research in Developmental Disabilities*, 100, 103612. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103612>

Bayarri, S., Chuliá, I., & Costell, E. (2010). Comparing λ-carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts. Rheological and sensory aspects. *Food Hydrocolloids*, 24(6-7), 578-587. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.02.004>

Ben-Fadhel, Y., Maherani, B., Manus, J., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2020). Physicochemical and microbiological characterization of pectin-based gelled emulsions coating applied on pre-cut carrots. *Food Hydrocolloids*, 101(September 2019), 105573. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105573>

Castro, M., Tatuszka, P., Cox, D. N., Bowen, J., Sanguansri, L., Augustin, M. A., & Stonehouse, W. (2019). Effects on plasma carotenoids and consumer acceptance of a functional carrot-based product to supplement vegetable intake: A randomized clinical trial. *Journal of Functional Foods*, 60, 103421. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103421>

Danalache, F., Carvalho, C. Y., Alves, V. D., Moldão-Martins, M., & Mata, P. (2016). Optimisation of gellan gum edible coating for ready-to-eat mango (*Mangifera indica* L.) bars. *International Journal of Biological Macromolecules*, 84, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.11.079>

Danalache, F., Carvalho, C. Y., Brito, L., Mata, P., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2017). Effect of thermal and high hydrostatic pressure treatments on mango bars shelf-life under refrigeration. *Journal of Food Engineering*, 212, 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.009>

Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O., & Yetim, H. (2015). Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 718-726. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.025>

Fabela-Morón, M. F., Perea-Flores, M. J., & Belletini, M. B. (2016). Microencapsulación de oleorresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (O/W) mediante secado por aspersión. *Revista de Ingeniería y Tecnologías Para El Desarrollo Sustentable*, 1, 48-52.

Guo, Y., Wu, B., Guo, X., Ding, F., Pan, Z., & Ma, H. (2020). Effects of power ultrasound enhancement on infrared drying of carrot slices: Moisture migration and quality characterizations. *LWT - Food Science and Technology*, 126, 109312. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109312>

Janiszewska-Turak, E., Dellarosa, N., Tylewicz, U., Laghi, L., Romani, S., Dalla Rosa, M., & Witrowa-Rajchert, D. (2017). The influence

- of carrier material on some physical and structural properties of carrot juice microcapsules. *Food Chemistry*, 236, 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.134>
- Jiang, S., Altaf hussain, M., Cheng, J., Jiang, Z., Geng, H., Sun, Y., ... Hou, J. (2018). Effect of heat treatment on physicochemical and emulsifying properties of polymerized whey protein concentrate and polymerized whey protein isolate. *LWT - Food Science and Technology*, 98(May), 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.028>
- Neckebroeck, B., Verkempinck, S. H. E., Vaes, G., Wouters, K., Magnée, J., Hendrickx, M. E., & Van Loey, A. M. (2020). Advanced insight into the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of carrot pectin subdomains. *Food Hydrocolloids*, 102, 105594. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105594>
- Scott, N. O., Burgess, B., & Tepper, B. J. (2019). Perception and liking of soups flavored with chipotle chili and ginger extracts: Effects of PROP taster status, personality traits and emotions. *Food Quality and Preference*, 73(August), 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.009>
- Sharma, M., Kristo, E., Corredig, M., & Duizer, L. (2017). Effect of hydrocolloid type on texture of pureed carrots: Rheological and sensory measures. *Food Hydrocolloids*, 63, 478-487. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.040>
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., ... Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444-454. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>
- SIAP. (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved from [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do?jsessionid=0234C26E164A09EBF380BAD49E1C63B9](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do?jsessionid=0234C26E164A09EBF380BAD49E1C63B9)
- Sogut, E., & Cakmak, H. (2020). Utilization of carrot (*Daucus carota* L.) fiber as a filler for chitosan based films. *Food Hydrocolloids*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105861>
- Yu, P., Low, M. Y., & Zhou, W. (2018). Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 71, 202-215. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.013>

