

04-026

PREPARATION OF VEGETABLE PRESERVES WITH MICROENCAPSULATION OF ROSEMARY ESSENTIAL OIL

Jiménez-Rosado, Mercedes⁽¹⁾; *Gómez-Ramos, Nieves*⁽¹⁾; *Alonso-González, María*⁽²⁾; *Durán-Barrantes, María de las Montañas*⁽¹⁾; *Romero, Alberto*⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Sevilla, ⁽²⁾ Universidad de Sevilla

Nowadays, consumers not only give importance to the nutritional value of food, but also to other sensorial characteristics, texture, healthy food and benefits. Essential oils are complex mixtures of volatile organic compounds biosynthesized by plants, which have important biological and organoleptic activities. However, their use in the food industry is limited due to their high volatility and tendency to degrade in the presence of environmental factors, which makes it necessary to cover them with an external barrier. For this reason, microencapsulation of essential oils in emulsion based systems is a widely used technique. The objective of this work was to develop and characterize vegetable preserves that contain microcapsules with rosemary essential oil and evaluate the changes that occur in preserves with the different emulsions. The results confirm that the addition of the emulsions does not cause relevant changes in the pH, the °Brix and the final viscosity of the vegetable preserves. However, droplet size distribution was found to vary with an increase in the droplet size of the emulsion, although without modification along time.

Keywords: emulsion; microencapsulation; vegetables preserve; rosemary essential oil

ELABORACIÓN DE CONSERVAS VEGETALES CON MICROENCAPSULACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ROMERO

En la actualidad los consumidores no solo dan importancia al valor nutricional de los alimentos, sino también a otras características sensoriales, textura, alimentos más saludables. Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos orgánicos volátiles biosintetizados por plantas, los cuales presentan importantes actividades biológicas y organolépticas. Sin embargo, su uso en la industria alimentaria se ve limitado por su alta volatilidad y su tendencia a degradarse en presencia de factores ambientales, lo que hace que sea necesario recubrirlos de una barrera externa. Para ello se utiliza la microencapsulación de los aceites esenciales en sistemas basados en emulsiones. El objetivo de este trabajo era desarrollar y caracterizar conservas vegetales que contengan microcápsulas de aceite esencial de romero y evaluar los cambios que se producen en las conservas cuando se incorporan las diferentes emulsiones y su estabilidad con el tiempo. Los resultados obtenidos muestran como la adición de las emulsiones no provocan cambios en el pH, ni en los °Brix, ni en la viscosidad final de las conservas vegetales. Sin embargo, la distribución de tamaño de gotas varía con incremento en el tamaño de gotas de la emulsión, aunque sin modificación a lo largo del tiempo.

Palabras clave: emulsión; microencapsulación; conserva vegetal; aceite esencial de romero

Correspondencia: Mercedes Jiménez Rosado mjimenez42@us.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Hasta hace unos años, la industria alimentaria se basaba en la tradición para la formulación de los productos alimentarios. Este enfoque ha cambiado en los últimos años debido a la necesidad de satisfacer las necesidades de un consumidor cada vez más exigente, que no solo le da importancia al valor nutricional y al sabor, sino también a las características sensoriales, textura, consistencia y apariencia de los alimentos, buscando alimentos de mayor calidad, más saludables y que aporten beneficios a la salud. Por lo tanto, la formulación de un alimento requiere de una mayor tarea de investigación que en el siglo pasado (McClements, 2015).

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos orgánicos volátiles biosintetizadas por plantas, muy conocidos por sus numerosas actividades biológicas y organolépticas. Están compuestos por una gran variedad de moléculas volátiles como terpenos, compuestos aromáticos y compuestos alifáticos, lo que hace que el interés por estos en la industria alimentaria sea alto (Bakkali y col., 2008). Además, el hecho de que sean considerados componentes “naturales”, los hace aún más deseables para su aplicación en muchos alimentos y bebidas comerciales, ya que existe una creciente demanda por parte de los consumidores de aditivos de origen natural y un gran rechazo por aquellos considerados artificiales (Chang y col., 2015).

Sin embargo, el uso de los aceites esenciales puede verse limitado debido a su alta volatilidad y a su tendencia a degradarse en presencia de diversos factores del medio como el calor, la humedad y la oxidación (Matiz Melo y col., 2015). Por todo ello, es necesario incorporar los aceites esenciales a los alimentos protegidos por una barrera física que evite su exposición a las condiciones adversas del entorno. Para ello, se recurre a las técnicas de microencapsulación de los aceites esenciales dentro de sistemas basados en emulsiones.

La encapsulación es la técnica mediante la cual un material o una mezcla de materiales se recubre o atrapa dentro de otro material o sistema (Madene y col., 2006). Con esta técnica se obtienen emulsiones, que no es más que un sistema disperso formado por dos líquidos inmiscibles o parcialmente inmiscibles, uno de los cuales se encuentra disperso en forma de pequeñas gotas esféricas en el otro (Anuar y col., 2005). Estas emulsiones se tratan de sistemas termodinámicamente inestables, debido al aumento del área interfacial y de la energía superficial del sistema, por lo que se utilizan emulsionantes para estabilizarlas. Una de las aplicaciones más conocidas de las emulsiones es en la industria alimentaria, aunque también se utilizan en la industria farmacéutica, higiénica y cosmética (Madene y col., 2006).

No obstante, con el objetivo de proteger al material activo de las condiciones ambientales adversas (luz, humedad, oxígeno) se suelen utilizar microemulsiones. Una microemulsión es una emulsión donde el tamaño de gota varía entre 0,01 y 0,05 μm . Este tamaño más pequeño permite una velocidad de liberación más controlada en aplicaciones donde se requieran pequeñas cantidades de producto (Nesterenko y col., 2013). En cuanto a la técnica de elaboración, es muy importante en el proceso de microencapsulación la elección tanto de los materiales de cubierta como del método de microencapsulación. En líneas generales la encapsulación es un medio de envasar, separar y almacenar materiales para su posterior liberación bajo condiciones controladas. Por esta razón, esta tecnología tan versátil es ampliamente estudiada y explotada en gran cantidad de campos, no solo de la industria alimentaria, sino también en la industria farmacéutica, biomédica, etc. (Borgogna y

col., 2010). Esta tecnología aporta, en el ámbito alimentario, productos con mejores características sensoriales y nutricionales.

En este caso concreto, las microcápsulas de aceite esencial se pueden introducir en gran cantidad de compuestos alimentarios, entre ellos, las conservas vegetales. Las conservas vegetales se definen como los “alimentos elaborados a base de productos de origen vegetal, con o sin adición de otras sustancias alimenticias y alimentarias permitidas, sometidos a tratamiento autorizados que garanticen su conservación y contenidos en envases apropiados”. Entre los tratamientos técnicos autorizados figura el “térmico, por el que se garantiza una esterilización industrial o técnica, definida en el artículo 2.05.09 del Código Alimentario Español, como envasado en recipientes herméticos” (Real Decreto 2420/1978, legislación consolidada). En esta misma Reglamentación se encuentra regulada la elaboración de mermelada, entendida como “el producto preparado por cocción de frutas u hortalizas enteras, troceadas, trituradas, tamizadas o no a las que se les ha incorporado azúcares hasta conseguir un producto semifluido o espeso”.

2. Objetivo

Por consiguiente, el objetivo global del presente trabajo fue estudiar la incorporación de emulsiones de aceite esencial de romero en diferentes concentraciones a conservas vegetales, en concreto a conservas de tomate natural y mermeladas de tomate. Para ello, se plantearon diferentes objetivos específicos como la elaboración de una emulsión estable en el tiempo, además del estudio de su estabilidad dentro de las conservas, evaluando tanto el procesado de las conservas, como la estabilidad con el tiempo.

3. Metodología

Para conseguir el objetivo principal, se hace un estudio con el fin de obtener las emulsiones más estables fuera del alimento y observar así si se produce cambio en la estabilidad al introducir estas en las conservas vegetales debido a que su proceso implica diferentes etapas de calentamiento.

3.1 Materiales

Los materiales utilizados en este estudio se pueden dividir en tres bloques: emulsiones, conservas de tomate y mermelada de tomate.

3.1.1 Emulsiones

Las emulsiones elaboradas eran del tipo aceite en agua (O/W). Así, en la fase acuosa se tuvo agua destilada, mientras que en la fase oleosa se tuvo aceite esencial de romero (REO), con una densidad de 0,908 g/mL y suministrado por Sigma Aldrich S.A. (España). Además, para formar la interfase se utilizan diferentes compuestos: matodextrina (MD), con un valor DE entre 16,5 y 19 y suministrada por Sigma Aldrich S.A. (España), y goma arábica (GA) suministrada por Sigma Life Science S.A. (Francia).

3.1.2 Conserva de tomate

Estas conservas contenían tomate (*Solanum lycopersicum*), considerado como tomate pera, cuya fracción aprovechable es de un 90%. Estos presentan un pH de 4,5 y 4 °Brix. Además, se utilizó ácido cítrico al 20% con calidad PA (para análisis, de calidad alimentaria), suministrado por Panreac Química SLU (España), para acidular el líquido de gobierno de las conservas. Otro de los aditivos utilizados fue la sal común de mesa (NaCl).

3.1.3 Mermelada de tomate

Para este alimento se utilizó la misma variedad de tomates que los utilizados en las conservas, además del ácido cítrico. Por otro lado, también se adicionó pectina de manzana 100% pura, extraída de manzanas seleccionadas y suministrada por Solgar Inc. (EE.UU.); y azúcar (sacarosa) obtenido industrialmente de la remolacha azucarera, en concreto, la utilizada en este estudio fue suministrada por la marca la Azucarera (España). Estos dos componentes tienen la finalidad de espesar y gelificar el alimento para obtener la mermelada.

3.2 Preparación de emulsiones

Para la preparación de las emulsiones, primero se hizo una pre-emulsión. Para ello, se calentó agua destilada hasta una temperatura de 75-80 °C. Una vez calentada, se le añadió la mezcla formada por maltodextrina y goma arábiga (18 y 14%, respectivamente), agitando magnéticamente a 600 rpm aproximadamente y de forma continuada durante 30 minutos. Pasado este tiempo, la matriz se dejó en reposo a temperatura ambiente (24 ± 2 °C) durante una hora para refrescar el producto y lograr su hidratación. Posteriormente, la matriz se calentó hasta 55 °C y se le añadió en agitación continua y de forma progresiva el aceite (REO) hasta una concentración del 12 y 20%, evaluando el efecto de las diferentes concentraciones de aceite en las conservas finales. Una vez formada la pre-emulsión se dejó reposar durante 24 h a una temperatura de 4 °C (Ortega y col., 2018).

Finalmente, la pre-emulsión se homogenizó empleando un homogeneizador rotor-estator Ultraturrax T-50 (Reino Unido) a una velocidad de rotación de 9500 rpm durante 5 minutos dando lugar a las emulsiones de aceite esencial de romero (EREO).

3.3 Preparación de conservas de tomate

Para preparar las conservas de tomate se siguieron diferentes pasos: selección de tomates, lavado, pelado térmico, troceado, envasado, appertización y enfriado.

En primer lugar, se llevaron a cabo la selección de los tomates más idóneos para la preparación de las conservas de tomate. En este caso son los tomates que no presentan ninguna tara o defecto y menos maduros los que se seleccionaron. Una vez seleccionados, los tomates se lavaron con agua fría para retirar cualquier tipo de contaminante.

Posteriormente, los tomates se pelaron mediante un pelado térmico. Para ello, primero se calentó agua en una olla hasta una temperatura de 100 °C. Alcanzada esta temperatura, se sumergieron los tomates en el agua durante 20-30 s con el fin de eliminar la envuelta protectora externa del alimento (piel). El agua utilizada para el pelado térmico se usó posteriormente como líquido de gobierno de las conservas.

Para preparar este líquido de gobierno, al agua utilizada para el pelado térmico se le añadió sal hasta una concentración final del 1%. También se le añadió ácido cítrico al 20% hasta conseguir un pH de 3.

Posteriormente, los tomates se trocearon en porciones de tamaño homogéneo para favorecer una buena presentación del producto final.

Para el envasado se emplearon tarros de vidrio de 207 mL. Lo primero que se le añadió son 10 mL de emulsión. A continuación, se introdujo en los tarros unos 125 mg de tomate troceado y, posteriormente, líquido de gobierno, previamente calentado a 80 °C, hasta conseguir un peso neto superior a 185 g para asegurar que el espacio de cabeza sea inferior al 10% del volumen interior del envase.

Una vez envasado el producto se realizó la appertización del mismo. La appertización es una técnica de conservación de larga duración que se realiza sometiendo a las conservas de tomate a una temperatura de 100 °C durante 50 min en el interior de una olla. Transcurrido los 50 min, la olla se enfrió hasta una temperatura de 35-40 °C con un flujo continuo de agua. Posteriormente, las conservas de tomate se mantuvieron almacenadas a una temperatura de 4 °C durante 1 día.

3.4 Preparación de mermeladas de tomate

La preparación de las mermeladas de tomate también acarrió diferentes pasos: selección, lavado, troceado, escaldado, tamizado, cocción, envasado y enfriado.

En primer lugar, se llevó a cabo una selección y un lavado como ocurría en el caso de las conservas. Después de esto, los tomates (sin pelar en este caso) se trocearon en pequeñas porciones con el objetivo de aumentar la superficie de contacto en el escaldado.

El siguiente paso, fue el escaldado de los tomates. El escaldado es un tratamiento térmico suave y de tiempos cortos cuyos principales objetivos son inactivar enzimas (pectinasas en el tomate) que puedan causar efectos negativos en el alimento y ablandar el tomate facilitando el posterior tamizado. Este escaldado se realizó a una temperatura de 100 °C durante 10 min, con una proporción 3:2 de tomate:agua.

Después del escaldado, los tomates se tamizaron para separar la piel, resto de pulpa y parte de las semillas del jugo. Este jugo es el que se sometió a cocción incorporándole ácido cítrico 20% hasta obtener un pH de 3. Posteriormente, se le añadió lentamente el azúcar y la pectina, mientras se sigue calentando y removiendo. Todo este proceso llevó unos 30 min aproximadamente.

El envasado se realizó en tarros de vidrio de 125 mL con cierre "twist off". Para ello, primero se incorporó la emulsión y posteriormente la mermelada fabricada. Este envase se conserva a una temperatura de 4 °C.

3.5 Caracterización

3.5.1 Distribución del tamaño de gota

Para determinar el tamaño de gota de las emulsiones y evitar los flóculos, están primero se diluyeron en una disolución 0,05 M de Tris-HCl con 1% de dodecil sulfato sódico a pH 8, usándose 12 mL de esta disolución por cada 0,5 g de emulsión. Las medidas se realizaron en un analizador Mastersizer 2000 (Malvern Instruments, Reino Unido) con una lente de 100 mm, evaluando la distribución del tamaño de gota y con el procesado (conservas o mermeladas) y con el tiempo.

3.5.2 Medidas reológicas

Estas medidas permiten evaluar la viscosidad de las diferentes emulsiones tanto antes como después de incorporarlas en las matrices alimentarias. Para ello se utilizó un reómetro de esfuerzo controlado AR2000 (TA Instruments, EE.UU.) con una geometría plato-plato rugosos. Los ensayos se realizaron a una temperatura de 20 °C y con una distancia entre platos de 1000 µm. Las curvas de flujo se estudiaron en un intervalo de velocidades de cizalla entre 0,01 y 100 s⁻¹.

3.5.3 Medidas de refractometría

Estas medidas se realizan para evaluar los grados Brix de los diferentes alimentos preparados. Estos grados muestran el porcentaje de concentración de sólidos solubles contenidos en una muestra. Para ello, se utilizó un refractómetro Atago automatic (Master Refractometer, Japón).

3.5.4 Medidas del pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del alimento. En este caso, se utilizó un pH-metro Vanguard Hydroponics (EE.UU.).

3.6 Análisis estadístico

Se realizó al menos tres mediciones de cada muestra. El análisis estadístico se obtuvo mediante un test de comparación de medias (test t de Student) y realizando un análisis de varianza (ANOVA, $p \leq 0,05$) mediante el paquete estadístico SPSS 18. Además, se calcularon las desviaciones estándar de algunos parámetros seleccionados.

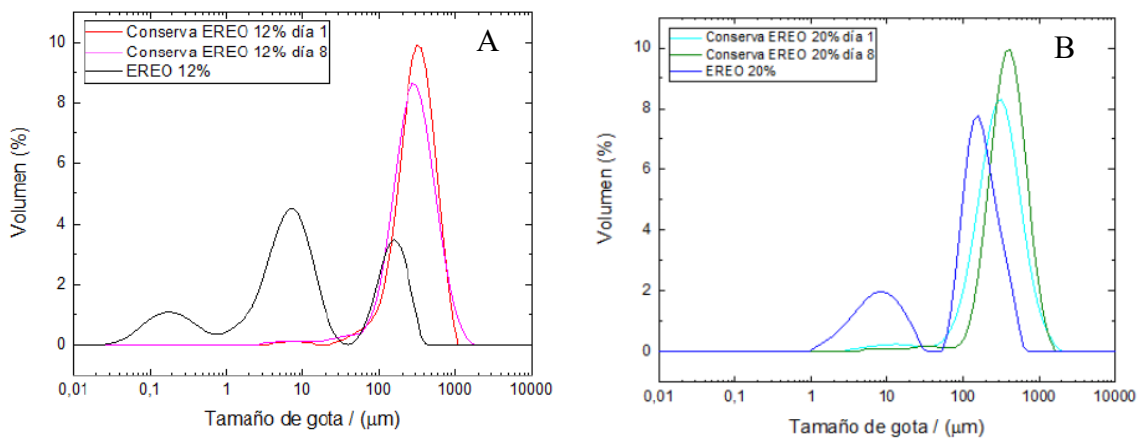
4. Resultados

4.1 Evaluación de la incorporación de emulsiones en conservas de tomates

4.1.1 Distribución del tamaño de gota

Con el objeto de evaluar el efecto del procesado en la emulsión y su estabilidad en la conserva tras el procesado, se llevaron a cabo las medidas de la distribución de tamaño de gota mostradas en la Figura 1.

Figura 1. Distribución del tamaño de gota de las emulsiones de aceite esencial de romero (EREO) con un 12% (A) y un 20% (B) de aceite antes y después de la incorporación del mismo en las conservas.

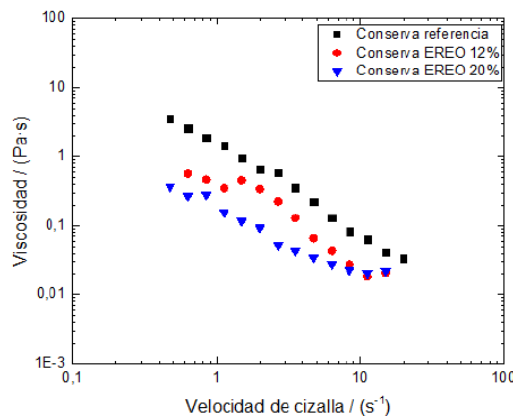


En primer lugar, se observa que el procesado conduce a un aumento del tamaño de gotas, tanto en las emulsiones con el 12 como con el 20%, aunque mejora la uniformidad de las gotas, observándose un perfil unimodal. Esto se debe a que las gotas de la emulsión se unen unas a otras, seguramente mediante fenómenos de coalescencia como consecuencia del procesado, principalmente al calor suministrado por la appertización. Sin embargo, con el paso del tiempo, se observa cómo se mantiene prácticamente estable, variando mínimamente. No obstante, cabe mencionar que las emulsiones a diferentes concentraciones de aceite en ambas conservas se comportan del mismo modo, llegando a tamaños de gotas iguales

4.1.2 Medidas reológicas

La Figura 2 muestra las curvas de flujo para las diferentes conservas de tomate. Los resultados muestran que las conservas tienen un comportamiento pseudoplástico, ya que la viscosidad aparente disminuye cuando aumenta la velocidad de cizalla. Si se comparan entre sí las conservas, se observa como la que no tiene emulsión (referencia) es la que presenta mayor viscosidad, disminuyendo conforme mayor es el porcentaje de aceite incorporado por la emulsión.

Figura 2. Curvas de flujo de las conservas de tomate elaboradas sin (conserva referencia) y con emulsiones de aceite esencial de romero (EREO) con un 12% y un 20%.



4.1.3 Medidas de refractometría

La medida de los grados Brix de las conservas de tomate estima que no hay mucha variación en los mismos al incorporar las emulsiones en las conservas, teniendo valores de $5,0 \pm 0,1$ y $5,5 \pm 0,1$ °Brix para las conservas sin y con emulsión, respectivamente. Según la orden de 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad de las conservas vegetales, este valor es adecuado al ser mayor a 4 °Brix.

4.1.4 Medidas de pH

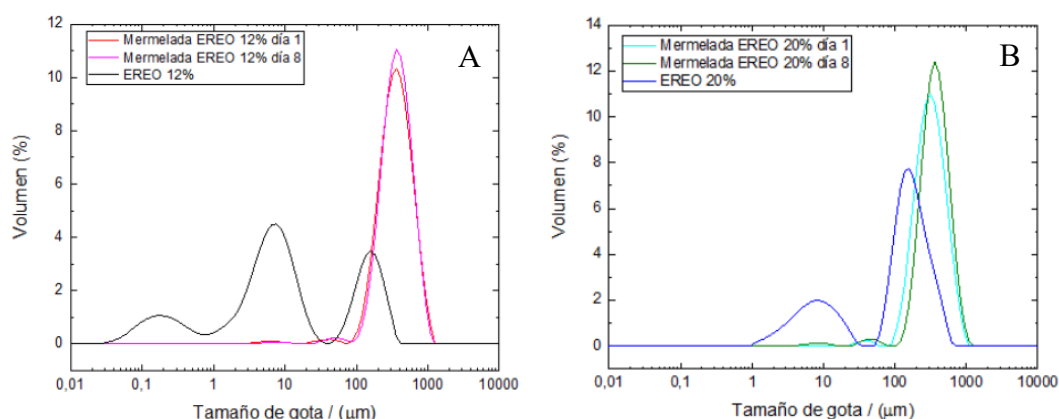
En todos los casos, tanto con emulsión como sin ella, el pH de las conservas fue de $4,3 \pm 0,1$, no provocándose cambios en el pH tras la adición de las emulsiones. Además, cumple la orden de 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad de las conservas vegetales, al no superar el valor de 4,6.

4.2 Evaluación de la incorporación de emulsiones en mermeladas de tomate

4.2.1 Distribución del tamaño de gota

La Figura 3 muestra la distribución del tamaño de gota de las emulsiones de aceite esencial de romero (EREO) antes y después de su incorporación en las mermeladas de tomate. Como se puede observar, al igual que en las conservas, el tamaño de gota de las emulsiones aumenta tras el procesado de las mermeladas, seguramente debido a la coalescencia inducida por el calor. No obstante, en este caso también se observa que la distribución de tamaños de gota es más homogénea tras su incorporación en las mermeladas, obteniendo un perfil unimodal en ambos casos (12 y 20%).

Figura 3. Distribución del tamaño de gota de las emulsiones de aceite esencial de romero (EREO) con un 12% (A) y un 20% (B) de aceite antes y después de la incorporación del mismo en las mermeladas.



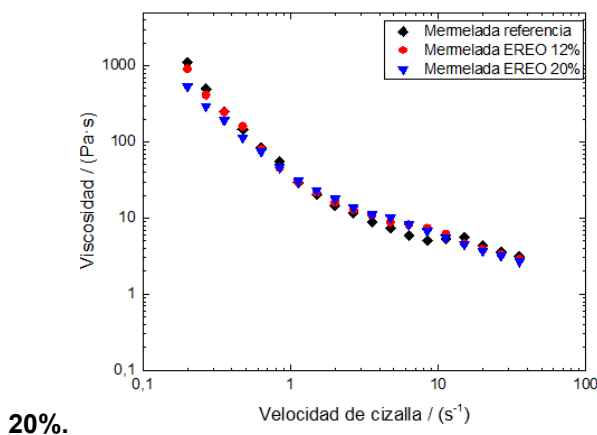
Al comparar la estabilidad después del procesado, para ambos días (1 y 8) se obtienen resultados similares, siguiendo un comportamiento unimodal, diferenciándose en que con el

paso de los días el pico máximo ya no es tan pronunciado. No obstante, tampoco en este caso se encuentran diferencias en la cantidad de aceite incorporadas en las emulsiones.

4.2.2 Medidas reológicas

La Figura 5 muestra las curvas de flujo obtenidas en las diferentes mermeladas procesadas. Como se puede observar, todas las mermeladas presentan un perfil pseudoplástico parecido, aunque en este caso se llega a una zona estable a altas velocidades de cizalla. En cuanto a las diferencias, no son significativas, siendo más apreciables a bajas velocidades de cizalla donde la mermelada sin emulsión (referencia) tiene un mayor valor de viscosidad, disminuyendo ligeramente con la incorporación de la emulsión.

Figura 4. Curvas de flujo de las mermeladas de tomate elaboradas sin (conserva referencia) y con emulsiones de aceite esencial de romero (EREO) con un 12% y un



4.2.3 Medida de refractometría

Los grados Brix de las mermeladas son de $57,5 \pm 0,1$ °Brix para la muestra sin emulsión, bajando hasta $57,0 \pm 0,1$ °Brix cuando se incorpora una emulsión (ya sea 12 o 20%). Según el Real Decreto 670/1990, este valor debe estar comprendido entre 40 y 60 para las mermeladas de tomate, por lo que cumplen los requisitos.

4.2.4 Medida de pH

En todos los casos (con o sin emulsión), el pH de las mermeladas fue de $3,0 \pm 0,1$, no variando con la incorporación de ninguna de las emulsiones. Estos datos cumplen la orden de 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad para las conservas vegetales, que establece que el pH no debe ser superior a 4,6.

5. Conclusiones

Tras los estudios llevados a cabo se puede concluir que es posible desarrollar conservas vegetales con microcápsulas de aceite esencial de romero incorporadas. Así, se ha visto que aunque estas microcápsulas alteren levemente la viscosidad de las conservas y mermeladas estudiadas, sus parámetros refractarios y de pH no varían siendo aptas para su consumo. Además, la estabilidad de las microcápsulas se conserva con el tiempo, haciendo que el producto llegue al consumidor inalterado, cumpliendo su finalidad. No obstante, no se

han encontrado diferencias significativas entre la incorporación de un 12 o un 20% de aceite esencial de romero en las emulsiones incorporadas a estas conservas, siendo la elección de uno u otro más dependiente del gusto del consumidor. Por lo tanto, tras este estudio es necesario realizar estudios organolépticos y paneles sensoriales donde el consumidor pruebe los productos elaborados para poder evaluar su impacto y aceptabilidad en el mercado actual.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado por un proyecto MICINN (Ref.: RTI2018-097100-B-C21). Los autores también agradecen la beca predoctoral concedida a Mercedes Jiménez-Rosado (FPU2017/01718-MEFP).

Referencias

- Anuar, K., Lim, C.S., Dzulkefly, K., Zahariah, I., 2005. Emulsion properties of batyl alcohol. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 26, 349-354.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemistry Toxicology*, 46, 446–475.
- Borgogna, M., Bellich, B., Zorzin, L., Lapasin, R., Cesàro, A., 2010. Food microencapsulation of bioactive compounds: Rheological and thermal characterisation of non-conventional gelling system. *Food Chemistry*, 122, 416–423.
- Chang, Y., McLandsborough, L., McClements, D.J., 2015. Fabrication, stability and efficacy of dual-component antimicrobial nanoemulsions: Essential oil (thyme oil) and cationic surfactant (lauric arginate). *Food Chemistry*, 172, 298–304.
- Gobierno de España, 2002. Real Decreto 142/2002 de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorante y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. BOE 20.02.2002.
- Gobierno de España, 1990. Real Decreto 670/1990, de 25 de mayo, por el que se aprueba la norma de calidad para confituras, jaleas y marmalade de frutas, crema de castañas y mermelada de frutas. BOE 31.05.1990.
- Gobierno de España, 1984. Orden de 21 de noviembre de 1984 por el que se aprueban las normas de calidad para as conservas vegetales. BOE 30.11.1984.
- Gobierno de España, 1978. Real Decreto 2420/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación técnico sanitario para la elaboración y venta de conservas vegetales. BOE 12.10.1978.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S., 2006. Flavour encapsulation and controlled release - a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1–21.
- Matiz Melo, G.E., Fuentes López, K., León Méndez, G., 2015. Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en matrices poliméricas de almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*) modificado. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 44, 189–207.
- McClements, D.J., 2015. Food emulsions: principles, practices and techniques, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Nesterenko, A., Alric, I., Silvestre, F., Durrieu, V., 2013. Vegetable proteins in