

Estudio de Estabilidad de Espumas y Vida Útil de un Alimento Funcional Rico en Hierro

S. Castillo^{1*}, J. E. Ramírez-Gutiérrez¹, K. G. García-Alanís¹, C.A. Amaya-Guerra¹, C. Gallardo-Rivera¹, A. Rodríguez-Vargas¹ y C. Vázquez¹.

¹ Departamento de Alimentos Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

*sandra.castillohrn@uanl.edu.mx

RESUMEN

En este estudio, se evaluaron las condiciones deseables de estabilidad de espuma para la obtención de un alimento funcional en polvo. El alimento líquido rico en hierro se formuló en diferentes proporciones con algunos espumadores y estabilizantes. La estabilidad de las espumas formuladas fue evaluada de acuerdo con el tiempo óptimo de espumado (TOD) en diferentes pH y tiempo de drenado. Se elaboraron tres formulaciones F1, F2 y F3, siendo la formulación F3 la más estable con un tiempo de drenado de 36h, mientras que las dos formulaciones restantes no presentaron estabilidad, con tiempos de drenado de 1-10 min. La espuma que resultó con mayor estabilidad (F3), se secó a 45°C en un secador de túnel. Posterior a eso, el polvo obtenido se empacó al vacío, y se le realizaron pruebas de solubilidad y color a través del tiempo, para evaluar su vida útil. La Aw no presentó cambios significativos durante el almacenamiento presentando rangos de: 0.3-0.5. El cambio de pH en el alimento afectó el espumado obteniendo diferentes volúmenes, siendo el mejor el de pH 7. La luminosidad y componentes verde-rojos variaron entre lotes pero se vieron poco afectados, aunque en los azul-amarillos mostró mayor variación durante el tiempo. Después de los análisis de reconstitución, se determinó que 20 mL de agua son necesarios para reconstituir 1g del alimento funcional y que conserve su apariencia original.

Palabras clave: alimento funcional, espumas, vida útil.

ABSTRACT

In this study, the optimal foam stability conditions were evaluated to obtain a functional powdered food. The iron-rich liquid food was formulated in different proportions with some skimmers and stabilizers. The stability of the formulated foams was evaluated according to the optimal foaming time at different pH and drainage time. Three formulations F1, F2 and F3 were made, the F3 formulation being the most stable with a drain time of 36h, while the remaining two formulations did not show stability, with drain times of 1-10 min. The foam that resulted with the highest stability (F3), was dried at 45 ° C in a tunnel dryer. After that, the powder obtained was vacuum packed, and solubility and color tests were carried out over time to evaluate its useful life. The Aw did not show significant changes during storage, presenting ranges of: 0.3-0.5. The change in pH in the food affects the frothing, obtaining different volumes. The lightness and green-red components were little affected, although the blue-yellow ones showed more variation over time. After the re-suspension analysis, it was determined that 20 mL of water are necessary to suspend 1g of the functional food and to preserve its original appearance.

Keywords: functional food, foam, shelf life.

Área: Alimentos Funcionales

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existen diversos problemas de salud debido a la mala alimentación. Uno de estos tantos casos es la deficiencia de hierro. La anemia por deficiencia de hierro es uno de los problemas nutricionales de mayor magnitud en el mundo ya que no solo afecta a naciones en desarrollo sino también en aquellas industrializadas (Preto et al. 2005). En México, una investigación realizada en 2016 demostró que la prevalencia de anemia fue de 26.9% en niños de 1 a 4 años; 12.5% en el grupo de 5 a 11 y 9.6% para el de 12 a 19. Se determinó que la principal causa es la falta de consumo de alimentos que contengan hierro hemo (de la Cruz-Góngora et al. 2018).

Existen alimentos ricos en hierro naturalmente, sin embargo, algunos de estos alimentos presentan inconvenientes en su producción y/o preparación, almacenaje y vida de anaquel. Las industrias alimentarias buscan reducir los costos de producción, aumentando la vida de anaquel del producto y facilitando su almacenamiento (Tuorilla y Monteleone 2009). La obtención de un alimento funcional rico en hierro, a partir de materias primas naturales, que sea de fácil preparación y con buen sabor, podría coadyuvar a la prevención o al tratamiento de esta deficiencia. El secado por espumas es una técnica de secado que se utiliza con mayor frecuencia en la industria debido a que puede conservar compuestos volátiles que se pierden con otras técnicas de secado. En esta técnica, un material líquido o semilíquido se convierte en espuma estabilizada mediante agentes espumantes comestibles, y posteriormente se deshidrata. Se han utilizado agentes espumantes basados en proteínas y no proteínas para producir productos secos con mediante la técnica de espumas.

La obtención de un alimento funcional deshidratado, rico en hierro y de larga vida de anaquel es deseable, además de que se pretende sea de fácil preparación. Es por ello, que los estudios de estabilidad y secado son sumamente importantes.

Debido a lo anterior expuesto, en esta investigación se pretende evaluar la estabilidad de espumas a base de un alimento natural rico en hierro, que preserve sus características de solubilidad, sabor y color; y que en futuras investigaciones nos permita desarrollar un producto instantáneo funcional, que coadyuve al tratamiento de la anemia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron tres formulaciones con diferentes proporciones de los ingredientes (Tabla 1) a las cuales se les midió el tiempo óptimo de espumado y tiempo medio de drenado. La determinación de las condiciones óptimas para la obtención de la espuma se realizó a una velocidad constante de 500 rpm (Espumadora marca Froth au Lait Inc. Modelo FNS-W), y mediante ensayos de la capacidad de expansión de la espuma cuantificando el volumen al tiempo t (3,5,10 min). Posteriormente se midió el volumen total de la espuma formada en una probeta de 100 mL, para proceder a determinar su estabilidad mediante el tiempo medio de drenado (TMD) y el volumen de drenado (VD), que se realizó de acuerdo con Phillips et al (1990), en la cual se mide el volumen total de la espuma en la probeta y el volumen de drenado (capa de separación de fases) en el tiempo.

Tabla I. Formulaciones de espumas a base de caldo de frijol	
Formulaciones	Ingredientes
F1	0.5% de goma guar, 3% de albúmina de huevo, 48.5% agua, 48% Alimento funcional
F2	1% de goma guar, 3% de albúmina de huevo, 48% agua, 48% Alimento funcional
F3	1% de goma guar, 3% de albúmina de huevo, 96% Alimento funcional

Una vez seco, se procedió a recolectar el polvo y empacarlo al vacío para posteriores análisis. Los análisis fisicoquímicos de Actividad de agua (A_w) y color se realizaron de acuerdo a Koc et al (2010). La A_w se midió con un equipo Aqua Lab S4TE, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El color del producto deshidratado fue utilizado como indicador de frescura del producto y se midió con un colorímetro (Hunter Lab) y se determinó de acuerdo con los parámetros establecidos por el fabricante: Luminosidad (L), colores verde-rojos (a^*) y colores azul-amarillos (b^*). La reconstitución del alimento se realizó manualmente agregando por cada gramo de polvo 10mL de agua destilada o hasta que el contenido inicial del volumen fuese alcanzado, agitando constantemente con agitador hacia un solo lado con el fin de obtener resultados reproducibles.

RESULTADOS

Al realizar las pruebas de tiempo óptimo de espumado y volumen de drenado, se evidenció que sólo la formulación 3 (F3) fue estable, ya que las otras dos formulaciones presentaban drenado casi inmediato o dentro de los primeros minutos (Tabla II).

Tabla II. Resultados de estabilidad de las espumas Tiempo medio de drenado (TMD) y Volumen de Drenado en % (VD)		
Formulaciones	TMD	VD (%)
F1	1±2 min	50±4
F2	5±4 min	20±3
F3	36±0.5h	0±0

Al obtener la espuma estable de la F3, se varió el pH para establecer el efecto del mismo sobre el volumen de espumado, resultando en volúmenes mayores a pH 7 (Fig. 1).

Esto fue muy deseable pues naturalmente el pH 7 se presentó en la formulación, mientras que el pH 4 y 5 tuvieron que ser ajustados. Ninguno de los tres pH presentó drenado a las 24h.

El secado se llevó a cabo a $45\pm 2^\circ\text{C}$ en un secador de túnel. El tiempo de secado promedio fue de 5 horas, obteniendo un polvo fino de color café con una A_w inicial de 0.37 ± 0.02 y valor de luminosidad 49.29 ± 3.1 . Este polvo fue empacado al vacío para medir la progresión de A_w y color (luminosidad, componentes verde-rojos, y azul-amarillo) en el tiempo, además de estudios de reconstitución. La A_w no presentó cambios significativos durante el almacenamiento presentando rangos de: 0.37-0.50 tanto entre lotes como en el propio producto (Fig. 2).

Al realizar la medición de Luminosidad (L) y color (a^* , b^*) del producto empacado al vacío, se observó una tendencia similar para cada medición entre los lotes, encontrando las mediciones de luminosidad entre 45-55 entre lotes, mientras que la variación en el tiempo para una misma muestra en luminosidad fue de 1 punto. En el caso de los valores de a^* se encontraron en rangos de 6.7-8.4 y b^* de 8.0 a 15.3. El promedio de variación de color en una misma muestra en el tiempo fue de 2 puntos (Fig. 3)

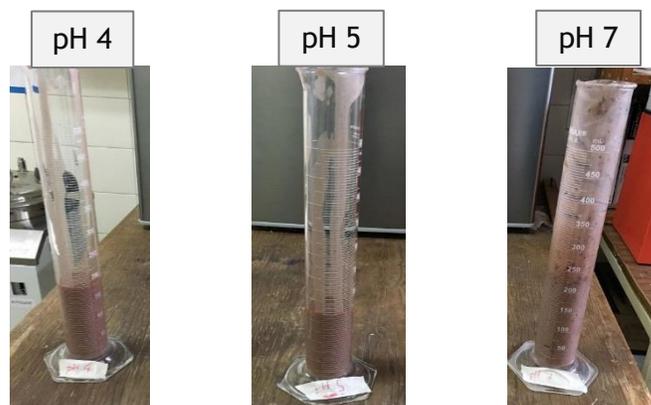


Figura 1. Efecto del pH durante el espumado de la formulación F3. pH 4: Volumen de 170 mL, espuma estable, de color café claro y sin drenado; pH 5: Volumen de 152 mL, estable, de color café oscuro y sin drenado; pH 7: Volumen de 225mL, de color café más claro que la del pH 4 y sin drenado al tiempo (24h)

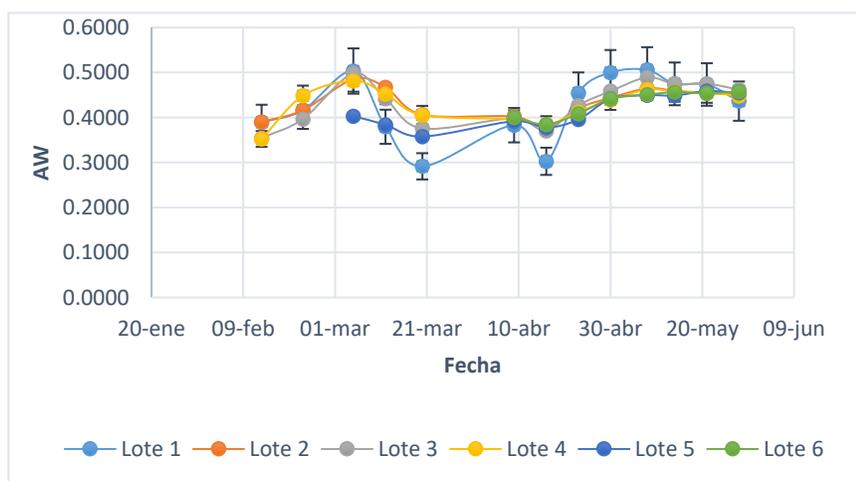


Figura 2. A_w promedio del alimento funcional deshidratado durante 6 meses de almacenamiento empacado al vacío. La tendencia fue similar y no se presentaron cambios significativos entre los lotes, ni con respecto al tiempo.

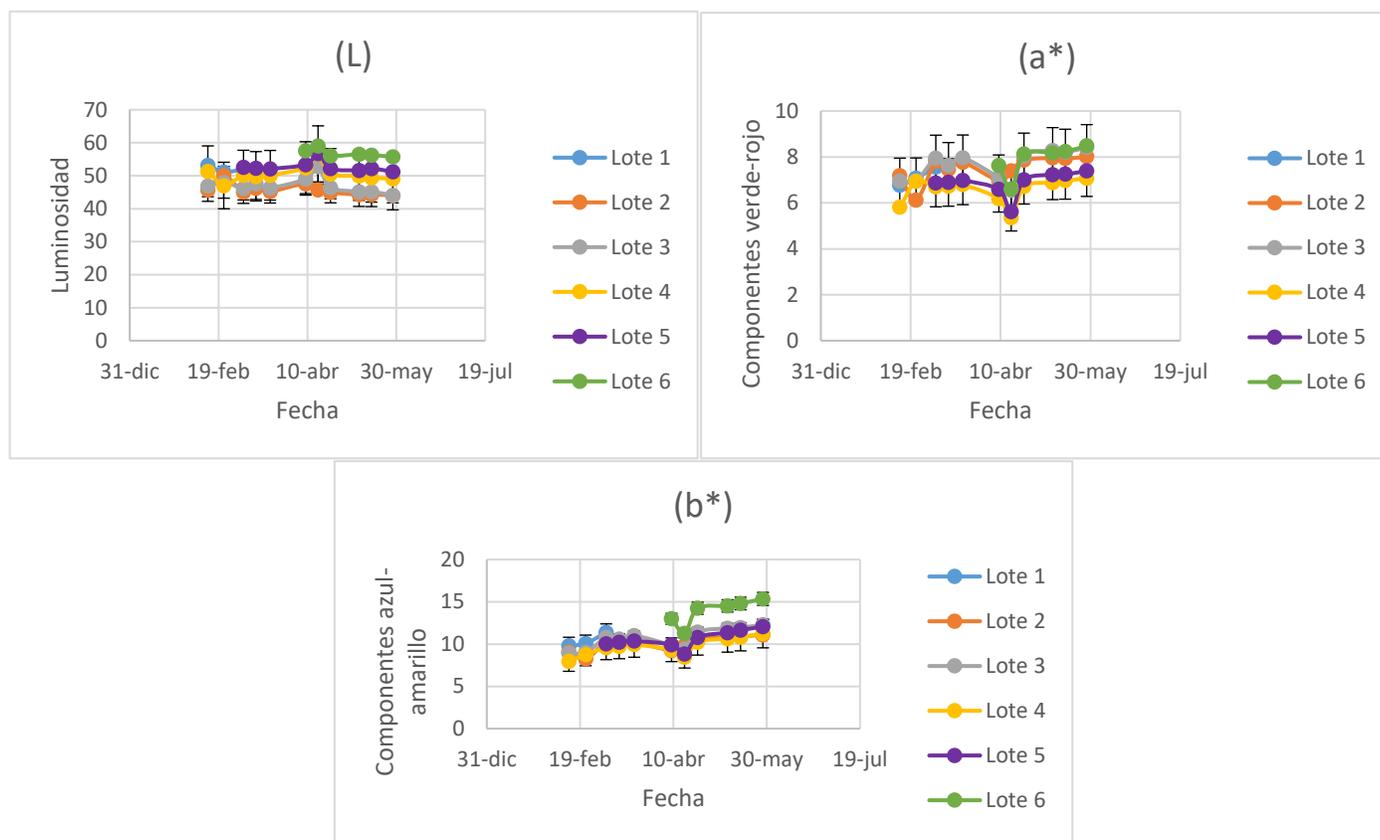


Figura 3. Medición de luminosidad (L) y color en el tiempo. L) Luminosidad, a*) Componentes verde-rojos, b*) Componentes azul-amarillo. La tendencia entre los lotes fue muy parecida. No hubo variaciones significativas en el tiempo ni entre lotes.

En cuanto al análisis de reconstitución del alimento funcional deshidratado, se determinó que lo mínimo necesario para la re-suspensión de 1g del alimento y que conserve apariencia original son 20mL de agua (1:20).

DISCUSIÓN

La mejor formulación de este estudio fue la F3 debido a que se logró la producción de una espuma estable que no sufrió separación de fases durante las pruebas de estabilidad, mientras que las formulaciones F1 y F2 resultaron muy inestables (**Tabla II**); se determinó que la razón principal de la inestabilidad de las formulaciones fue la adición de agua ya que al tratarse de un alimento líquido se puede utilizar enteramente en la formulación. De acuerdo con Sangamithra et al (2015), durante la elaboración de la espuma es indispensable concentración una concentración adecuada de tensoactivos y/o estabilizantes para mantener la estabilidad en la interfase agua-aire de la espuma. De acuerdo a Miquelim y Lannes (2009) la formación de espumas comestibles está influenciada por la interacción con proteínas en este caso, la utilización de albumina estabilizó el sistema y evitó la coalescencia. Por otra parte, aunque los lotes empacados al vacío presentaron un A_w variable (Figura 2), ninguno de ellos superó el límite máximo reportado para la inhibición de crecimiento microbiano ($A_w < 0.60$), Jay et al. (2005), siendo

0.503 la Aw de mayor valor registrado durante los análisis físicos. En cuanto a las pruebas de color, hubo variación entre los lotes para luminosidad (L), componentes verde-rojos (a^*) y azul-amarillos (b^*) (**Figura 3**). Sin embargo, todos los lotes mostraron la misma tendencia en el tiempo con una variación neta de 1 punto para luminosidad y 2 puntos para a^* y b^* . Estas variaciones en los valores podrían atribuirse a los cambios de Aw, humedad relativa o al deterioro de los nutrientes del producto. El producto deshidratado presentó un color café claro u oscuro, los valores positivos de (a^*) indican que las harinas tienen componentes de color rojo y los valores positivos de (b^*) indican componentes de color amarillo. La combinación y saturación de estos componentes da como resultado el color café del producto obtenido (Hui et al, 2004; Almeida et al, 2017) conservando así la apariencia original del alimento no deshidratado. Estos resultados preliminares son alentadores, pues confirman que la obtención de un alimento funcional deshidratado a partir de materias primas naturales es factible mediante la técnica de secado por espumas además de que la re-suspensión es posible conservando su sabor y color original. Actualmente estamos analizando de la cantidad de hierro presente en el alimento deshidratado, además de su contenido nutricional antes y después del secado, para comparar la integridad del producto después del proceso y establecer estrategias que nos permitan obtener un producto que conserve sus propiedades originales.

BIBLIOGRAFÍA

Almeida, A. J. B., Coelho, S. R. M., Schoeninger, V., & Christ, D. (2017). Chemical changes in bean grains during storage in controlled conditions. *Engenharia Agrícola*, 37(3), 529-540.

De la Cruz-Góngora, V., Villalpando, S., & Shamah-Levy, T. 2018. Prevalence of anemia and consumption of iron-rich food groups in Mexican children and adolescents: Ensanut MC 2016. *Salud Pública De México*, 60(3), 291-300.

Hui, Y. H., Cornillon P., Guerrero, I., Ling, M. H., Murrell, K. D. & Nip, W. K. (2004) *Handbook of Frozen Foods*. Estados Unidos: Marcel Dekker Inc. Pp. 217

Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005) *Protection of Foods by Drying*. In: *Modern Food Microbiology*. Food Science Text Series. Springer, Boston, MA

Koc, B., Yilmazer, M. S., & Ertekin, F. K. (2010). Moisture Sorption Isotherms and Storage Stability of Spray-Dried Yogurt Powder. 816–822.

Kumar, P., Mishra, H.N. (2004). Yogurt powder — a review of process. *Foods and Bioproducts Processing*, 82, 133–142.

Miquelim, J. N., & Lannes, S. C. D. S. (2009). Egg Albumin and Guar Gum Influence on Foam Thixotropy. *Journal of Texture Studies*, 40(5), 623–636.

Phillips, L.G., German, J.B., O'Neill, T.E., Foegeding, E.A., Harwalkar, V.R., Kilara, A., Lewis, B.A., Mangino, M.E., Morr, C.V., Regestein, J.M., Smith, D.M., Kinsella, J.E. (1990). Standardized procedure for measuring foaming properties of three proteins: a collaborative study. *Journal of Food Science*, 55, 1441-1445.

Preto, R., & Preto, R. (2005). Iron deficiency anemia in children : a challenge for public health and for society. 123(2), 88–92.

Sangamithra, A., Venkatachalam, S., & John, S. G. (2015). Foam mat drying of food materials : a review. 39, 3165–3174.

Tuorilla H, Montelone E. 2009. Sensory science in the changing society: opportunities, needs and challenges. Trends in food science and technology. 20: 54-62.