

# EMULSIONES O/W ESTABILIZADAS CON CASEINATO DE SODIO: EFECTO DE LOS IONES CALCIO, CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA Y TEMPERATURA

## EMULSIONS STABILIZED WITH SODIUM CASEINATE: EFFECT OF CALCIUM IONS, PROTEIN CONCENTRATION AND TEMPERATURE

Herley F. CASANOVA Y.\*<sup>1</sup> y Sara C. CARDONA T.

### RESUMEN

El efecto de la adición de iones calcio, concentración de proteína y temperatura, en la capacidad emulsificante y estabilizadora del caseinato de sodio (NaCn) es estudiado empleando emulsiones O/W (19.35% aceite de girasol). La capacidad emulsificante de las dispersiones de caseinato de sodio preparadas a 4 °C y 25 °C, sin adición de iones calcio, es muy similar, generando emulsiones con tamaños promedio de partícula en el intervalo 1.0–1.5 µm. Al adicionar iones calcio a las dispersiones de caseinato de sodio se produce la floculación de las gotas de la emulsión para cantidades de CaCl<sub>2</sub> superiores al valor de concentración crítica de iones calcio (VCC). El VCC es dependiente de la temperatura, mostrando mayores valores a 4 °C en comparación con los observados a 25 °C. Para concentraciones de iones calcio inferiores al VCC, la capacidad emulsificante y estabilizante del caseinato de sodio no es afectada y muestra valores comparables a las emulsiones sin adición de iones calcio. Se logra establecer que la emulsión preparada a 4 °C, 3% NaCn y 30 mM CaCl<sub>2</sub> podría ser usada en la elaboración de derivados lácteos enriquecidos con calcio conservando las capacidades emulsificantes y estabilizantes del caseinato de sodio.

**Palabras clave:** *emulsiones O/W, caseinato de sodio, iones calcio, estabilidad coloidal, capacidad emulsificante*

### ABSTRACT

The effect of the addition of calcium ions, protein concentration and temperature on the emulsification and stabilization capacity of sodium caseinate (NaCn), is studied by using O/W emulsions (19.35 % sun flower oil). The emulsifying properties of sodium caseinate dispersions prepared a 4°C and 25°C, without the addition of calcium ions, are very similar, producing emulsions with average droplet sizes in the range 1.0–1.5 µm. By adding calcium ions to the sodium caseinate dispersions, emulsion droplets fluculate in the presence of CaCl<sub>2</sub> quantities, above the critical calcium ion concentration value (CCV). The CCV is dependent on the temperature, showing higher values at 4 °C in comparison to those obtained at 25 °C. At calcium ion concentrations lower than the CCV, the emulsifying and stabilizing properties of sodium caseinate are not affected and show similar values to those obtained in the emulsions without the addition of calcium ions. It is established that the emulsion prepared at 4 °C, 3% NaCn and 30 mM CaCl<sub>2</sub> could be used in the manufacture of dairy products enriched with calcium keeping the emulsifying and stabilizing properties of sodium caseinate.

**Keywords:** *O/W emulsions, sodium caseinate, calcium ions, colloidal stability, emulsification properties*

---

1 Grupo de Coloides. Instituto de Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia. A.A. 1226. Medellín -Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: casanova@matematicas.udea.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El caseinato de sodio, obtenido mediante la precipitación ácida de las proteínas de la leche y posterior neutralización con hidróxido de sodio (1), es empleado en productos como helados, cremas de licor, sopas instantáneas y cremas batidas, debido a sus excelentes propiedades de emulsificación, estabilización y generación de textura, (2). El caseinato está compuesto de cuatro diferentes proteínas:  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - y  $\kappa$ -caseína en una proporción en peso aproximada de 4:1:4:1, respectivamente. La naturaleza anfifílica de las caseínas permite su fuerte adsorción sobre interfaces gas-líquido, líquido-líquido y sólido-líquido, con lo cual se genera una reducción significativa de la tensión superficial o interfacial del sistema (3). Esto permite ahorros importantes de energía en la elaboración de productos como emulsiones, suspensiones y espumas, donde las fuerzas superficiales o interfaciales son las responsables de la integridad de la fase a dispersar (4).

Durante la elaboración de emulsiones aceite en agua (O/W), el caseinato de sodio cumple dos funciones principales: disminuir la tensión interfacial aceite-agua (i.e. actúa como emulsificante) y conferir estabilidad coloidal a las gotas recién formadas (i.e. actúa como estabilizante). Los valores de tensión interfacial para soluciones de caseinato de sodio muestran valores entre 8 y 22 mN m<sup>-1</sup>, dependiendo del tipo de aceite empleado como fase no polar, similares a los reportados para surfactantes de bajo peso molecular (5). La alta estabilidad coloidal de las emulsiones preparadas con caseinato de sodio, y en general con proteínas, es una de sus mejores características funcionales. Emulsiones elaboradas con caseinato de sodio bajo las condiciones adecuadas de proceso (pH, temperatura, presión de homogenización, fuerza iónica), pueden presentar estabilidad a la floculación y/o coalescencia de un año o más (6).

La capacidad emulsificante de los caseinatos está determinada por el estado de agregación de las caseínas que lo conforman, el cual puede ser modificado por cambios en pH, concentración de iones calcio, temperatura y concentración de proteína, entre otros factores fisicoquímicos. Estudios de sedimentación en ultracentrífuga han mostrado un menor estado de agregación en los caseinatos de sodio y amonio comparados con el

caseinato de calcio y las micelas de caseína (7). Estas diferencias en el estado de agregación de los caseinatos se correlacionan con los valores de tensión superficial agua-aire, donde las menores tensiones superficiales agua-aire son para los caseinatos de sodio (62 mN m<sup>-1</sup>) y de amonio (64 mN m<sup>-1</sup>), mientras las mayores tensiones superficiales se observaron para el caseinato de calcio (66 mN m<sup>-1</sup>) y las micelas de caseína (67 mN m<sup>-1</sup>). Como es de esperarse, una mayor disminución en la tensión superficial debe reflejarse en una mayor capacidad emulsificante de los caseinatos (medida en términos del volumen de aceite emulsificado por unidad de masa de proteína). En el caso del caseinato de sodio y de amonio el valor reportado fue de 190 g aceite/g proteína, mientras que para el caseinato de calcio y las micelas de caseína fue de 170 g aceite/g proteína y 120 g aceite/g proteína, respectivamente (7). Otra forma de determinar la capacidad emulsificante de las proteínas es mediante la medición del tamaño promedio de partícula o el área superficial específica de la emulsión a una concentración dada de proteína. A mayores áreas superficiales generadas (gotas más pequeñas), mayor la capacidad emulsificante de la proteína (8).

Estudios del estado de agregación del caseinato de sodio en función de la concentración de proteína mediante la técnica de dispersión de luz multi-ángulo y cromatografía de exclusión de tamaño (9), han mostrado la presencia de dos sub-agregados micelares (*A* y *B*) en soluciones de proteína (1% NaCn). El sub-agregado *A* presentó un tamaño de 14.4 nm y un peso molar promedio de 418 kDa, mientras el sub-agregado *B* mostró un tamaño de 14.7 nm, y un peso molar promedio de 48.7 kDa. Al aumentar la concentración de caseinato de sodio al 5%, los sub-agregados *A* y *B* presentaron tamaños y pesos molares promedios de 11.7 nm y 458 kDa, y 12.2 nm y 62.9 kDa, respectivamente. Estos resultados indican la formación de sub-agregados más pequeños y más densos al aumentar la concentración de proteína en la solución, con lo cual se ve afectada su capacidad emulsificante.

La adición de iones calcio a soluciones de caseinato de sodio propicia la interacción intermolecular de las caseínas debido a la presencia de grupos fosfoserinos en las proteínas, los cuales producen fuertes enlaces iónicos con estos iones divalentes (10). Si la concentración

relativa de iones calcio con respecto a la proteína en solución es baja, los agregados de caseínas generados son de bajo peso molecular y permanecen en suspensión, sin embargo, un incremento de la concentración de iones calcio por encima de un valor crítico, generará la formación de macro-agregados que posteriormente precipitan. Los agregados obtenidos de la interacción caseínas-iones calcio poseen capacidades emulsificantes y estabilizantes que difieren considerablemente de aquellas observadas en las caseínas libres (11). Esto puede explicarse mediante la reducción de la estabilización electrostática y estérica de la molécula de proteína, que conlleva a cambios importantes en su estructura secundaria y terciaria, las cuales dominan las propiedades funcionales de las proteínas (12).

El estado de agregación de las caseínas en el caseinato de sodio es altamente dependiente de la temperatura de trabajo, especialmente la  $\alpha_{s1}$ - y la  $\beta$ -caseína. Se ha logrado determinar que la  $\alpha_{s1}$ -caseína sigue un proceso de asociación tipo polimérico representado por la reacción:  $\alpha_i + \alpha_1 \rightleftharpoons \alpha_{i+1}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ); mientras la  $\beta$ -caseína sigue un patrón de asociación tipo micelar representado por la reacción:  $i\beta \rightleftharpoons \beta_i$  (13).

La preparación de soluciones de caseinato de sodio a bajas temperaturas (4 °C) y en presencia de iones calcio, permite controlar el grado de asociación de las caseínas (13). Al emplear estas soluciones de caseinato de sodio en la elaboración de emulsiones O/W con una alta fracción en volumen de aceite, se logran producir geles termoreversibles al aumentar la temperatura del sistema, a diferencia de la mayoría de agentes gelantes cuya gelación se da al enfriar el sistema (14). El estudio de las emulsiones O/W estabilizadas con caseinato de sodio cuya asociación esté controlada por temperatura y adición de iones calcio está en sus comienzos, y se vislumbra como una fuente de sistemas coloidales con propiedades funcionales especiales (15).

El presente trabajo estudia el efecto de la concentración de iones calcio, concentración de proteína y temperatura, sobre el proceso de emulsificación y estabilidad de emulsiones O/W elaboradas con caseinato de sodio, desde la perspectiva de la asociación controlada de caseínas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Reactivos

El caseinato de sodio (5.2% humedad, 0.05% calcio) fue obtenido de DeMelkindustrie (Veghel, Holanda). El cloruro de calcio grado reactivo, fue adquirido en Sigma Chemicals (St. Louis, USA). Aceite de girasol comercial fue empleado como fase oleosa para la elaboración de las emulsiones O/W.

### Preparación de emulsiones O/W

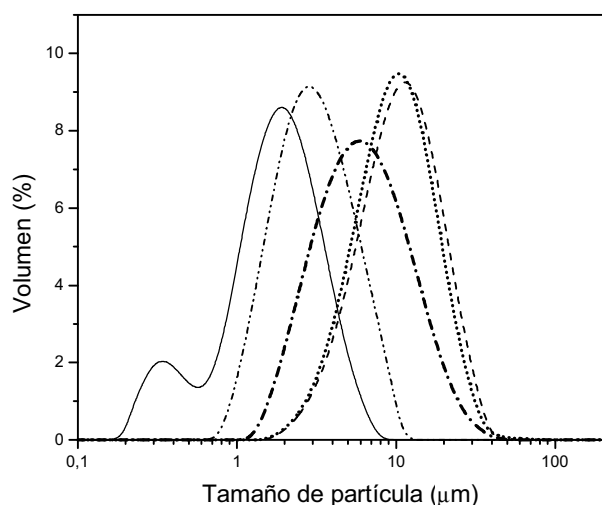
Las dispersiones de caseinato de sodio (1.24%–7.44%) fueron preparadas mediante la incorporación del caseinato en agua destilada a temperatura ambiente empleando un agitador magnético. Posteriormente se efectuó la adición de una solución de cloruro de calcio (0.9872 M) a dispersiones de caseinato de sodio a 25 °C y a dispersiones previamente enfriadas a 4 °C.

Las emulsiones O/W (1-6% caseinato de sodio, 19.35% aceite de girasol, 0–40 mM  $\text{CaCl}_2$ ) fueron preparadas en un homogenizador jet de alta presión, empleando una presión de homogenización de 300 bar. La distribución de tamaño de partícula fue medida en un Mastersizer 2000 (Malvern, Inglaterra) y el diámetro promedio volumen-área  $d_{32} = \sum_i n_i d_i^3 / \sum_i n_i d_i^2$  fue reportado. La estabilidad al cremado de las emulsiones fue seguida visualmente a 25 °C. La estabilidad a la floculación de las emulsiones se determinó mediante observación con microscopio óptico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la concentración de iones calcio (25 °C)

La distribución de tamaño de partícula de las emulsiones O/W preparadas con 1% NaCn (0 mM  $\text{CaCl}_2$ ) (Véase Figura 1), muestra un perfil bimodal para la emulsión sin presencia de iones calcio ( $d_{32} = 1.141 \mu\text{m}$ ). Al adicionar iones calcio a una concentración de 5 mM no se presentó formación de partículas a tamaños inferiores de  $0.6 \mu\text{m}$ , generando una distribución monomodal gaussiana ( $d_{32} = 2.579 \mu\text{m}$ ), por lo tanto la presencia de una



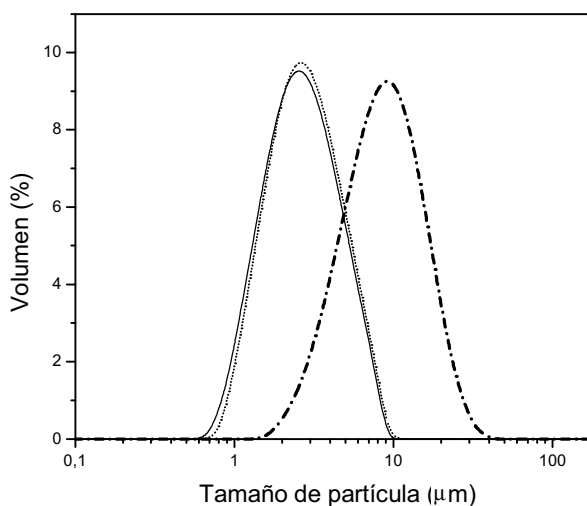
**Figura 1.** Efecto de la concentración de iones calcio en la distribución de tamaño de partícula de emulsiones O/W estabilizadas con caseinato de sodio (19.35% aceite de girasol, 1.0% NaCn, 25 °C). Concentración de iones calcio: (—), 0 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (—•—), 5 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (—•—), 10 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (•••••), 15 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (— —), 20 mM  $\text{CaCl}_2$ .

baja concentración de iones calcio durante la emulsificación, produjo una disminución de la capacidad emulsificante del caseinato de sodio. Al aumentar la concentración de iones calcio a 10 mM, se presentó un desplazamiento significativo de la distribución de tamaño de partícula hacia valores mayores ( $d_{32} = 4.985 \mu\text{m}$ ), junto con la formación de flóculos y crema luego de varios minutos de preparada la emulsión indicando una pérdida apreciable de la capacidad emulsificante del caseinato de sodio y, especialmente, de su función estabilizante. El incremento de la concentración de iones calcio en la emulsión a 15 mM, mostró una situación similar a la observada a 10 mM, obteniéndose un valor de tamaño promedio de partícula aun mayor ( $d_{32} = 8.678 \mu\text{m}$ ). La emulsión preparada con 20 mM  $\text{CaCl}_2$  ( $d_{32} = 8.167 \mu\text{m}$ ) presentó una distribución de tamaño de partícula similar a la observada para la emulsión con 15 mM, por lo tanto, a este valor de concentración se alcanzó el máximo de desestabilización de la emulsión. La medición de tamaño de partícula junto con la observación de flóculos en el microscopio y crema a nivel macroscópico, sugieren que la emulsión O/W estabilizada con 1% NaCn (25 °C), presenta un valor crítico de concentración de iones calcio

(VCC) de 5 mM, por encima del cual se presenta la desestabilización de la emulsión. Una concentración similar ha sido reportada por Dickinson and Davies (16) y Srinivasan et al. (17). Estos últimos demostraron adicionalmente la adsorción preferencial de  $\alpha_s$ - y  $\kappa$ -caseína sobre la interface de la emulsión en presencia de iones calcio.

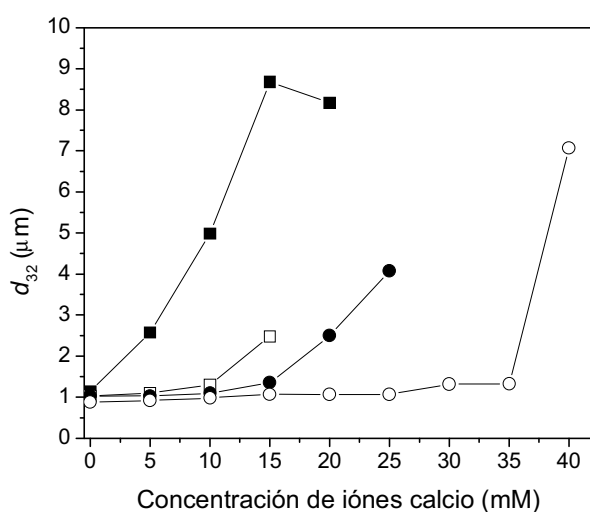
#### Efecto de la concentración de iones calcio (4 °C)

La distribución de tamaño de partícula de las emulsiones O/W preparadas con 1% NaCn (Véase Figura 2), muestra un perfil monomodal superpuesto para las emulsiones con 0 mM y 5 mM de  $\text{CaCl}_2$ , y un diámetro promedio de partícula  $d_{32} = 2.282 \mu\text{m}$ . Al aumentar la concentración de iones calcio a 10 mM  $\text{CaCl}_2$ , se presentó un leve incremento en el valor de  $d_{32}$  pasando a 2.406 mm, pero sin observarse cremado ni floculación de las gotas de la emulsión. Con el aumento de la concentración de calcio a 15 mM se generó un desplazamiento de la distribución de tamaño de partícula hacia valores altos ( $d_{32} = 7.131 \mu\text{m}$ ) y con evidencia microscópica y macroscópica de flóculos y crema en la emulsión. Por lo tanto, para la emulsión con 1% NaCn (4 °C), el valor crítico de concentración de iones calcio (VCC) fue de 10 mM.



**Figura 2.** Efecto de la concentración de iones calcio en la distribución de tamaño de partícula de emulsiones O/W estabilizadas con caseinato de sodio (19.35% aceite de girasol, 1.0% NaCn, 4 °C). Concentración de iones calcio: (—), 0 mM y 5 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (•••••), 10 mM  $\text{CaCl}_2$ ; (—•—), 15 mM  $\text{CaCl}_2$ .

Al efectuar una comparación de los datos de tamaño promedio de partícula ( $d_{32}$ ) para las emulsiones con 0 mM  $\text{CaCl}_2$ , a 25 °C y 4 °C, (1.141  $\mu\text{m}$  y 2.280  $\mu\text{m}$ , respectivamente), se logra evidenciar la mayor capacidad emulsificante del caseinato de sodio a 25 °C. Sin embargo, tal propiedad funcional se pierde rápidamente con la adición de iones calcio al sistema, generando un VCC de 5 mM a 25 °C y 10 mM a 4 °C. Este comportamiento puede estar correlacionado con un mayor estado de agregación de las caseínas a 25 °C en comparación con el sistema a 4 °C.



**Figura 3.** Efecto de la concentración de iones calcio y proteína en la estabilidad de emulsiones O/W (25 °C). Concentración de proteína: ■, 1%; □, 2%; ●, 3%; ○, 6%.

### Efecto de la concentración de iones calcio y proteína (25 °C)

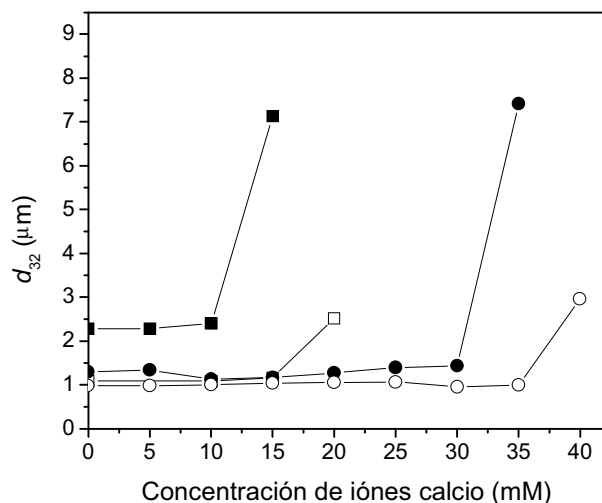
La figura 3 presenta el efecto de la concentración de iones calcio en los valores de diámetro promedio de partícula  $d_{32}$  de las emulsiones estabilizadas con caseinato de sodio a varias concentraciones (1.0–6.0% en la emulsión). El aumento de la concentración de proteína en el sistema emulsionado generó un incremento gradual de la concentración de iones calcio necesaria para observar un cambio en el  $d_{32}$  de las emulsiones. Para la emulsión con 2% NaCn, este cambio se logró a una concentración de 15 mM  $\text{CaCl}_2$  (i.e. VCC = 10 mM  $\text{CaCl}_2$ ), duplicando la concentración requerida para la emulsión con 1% NaCn a 25 °C (VCC = 5 mM  $\text{CaCl}_2$ ). En el caso

de la emulsión con 3% NaCn, su VCC fue de 15 mM. En la emulsión estabilizada con 6% NaCn se observaron dos incrementos en su  $d_{32}$ , al aumentar la concentración de iones calcio en la emulsión, uno leve 30 mM  $\text{CaCl}_2$  y otro más notorio a una concentración de 40 mM  $\text{CaCl}_2$ . La observación microscópica de la emulsión con 25 mM  $\text{CaCl}_2$ , no mostró floculación de las gotas de la emulsión pero sí fue evidente al aumentar la concentración a 30 ó 35 mM  $\text{CaCl}_2$ . Por lo tanto, el VCC de esta emulsión fue 25 mM  $\text{CaCl}_2$ . Estos resultados permiten resaltar la sensibilidad del análisis de distribución de tamaño de partícula para determinar procesos de floculación temprana, cuya observación macroscópica generaría una sobredosificación de iones calcio al sistema.

Los datos presentados en la Figura 3 muestran como característica común para las emulsiones de caseinato de sodio, un aumento gradual del  $d_{32}$  una vez se supera el VCC. Esto implica, una desestabilización controlada de la emulsión a medida que aumenta la concentración de iones calcio por encima del VCC. Esta inestabilidad pericinética (i.e. bajo condiciones de quietud) generalmente se presenta a mayores concentraciones de iones calcio que las requeridas bajo condiciones de agitación, por lo tanto, es importante tener en cuenta este comportamiento al momento de dosificar calcio en líneas de producción de sistemas lácteos donde el bombeo del producto sería un factor desestabilizante adicional (16).

### Efecto de la concentración de iones calcio y proteína (4 °C)

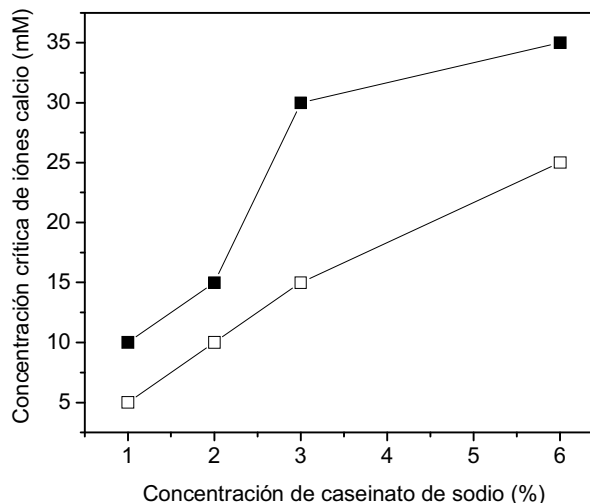
Al emplear dispersiones de caseinato de sodio con adición de iones calcio a baja temperatura para la elaboración de las emulsiones O/W, se observó un incremento en los valores críticos de concentración de iones calcio comparados con los obtenidos a 25 °C (ver Figura 4). En el caso de la emulsión preparada con 1% NaCn, el valor de VCC fue de 10 mM, el doble del valor obtenido a 25°C. El VCC de la emulsión con 2% NaCn a 4°C, presentó un leve incremento, pasando a 15 mM, además disminuyó su tamaño promedio de partícula (1.09  $\mu\text{m}$ ) comparada con la emulsión con 1% NaCn (2.280  $\mu\text{m}$ ); esto evidencia un aumento en la capacidad emulsificante del caseinato de sodio con el aumento de la concentración de proteína en el sistema. Es posible explicar este



**Figura 4.** Efecto de la concentración de iones calcio y proteína en la estabilidad de emulsiones O/W (4 °C). Concentración de proteína: ■, 1%; □, 2%; ●, 3%; ○, 6%.

comportamiento en términos de la deficiencia de proteína en el sistema durante el proceso de emulsificación al emplear solo 1% NaCn, lo cual se resuelve con un aumento de la concentración de proteína al 2% (3). Al incrementar la concentración de caseinato de sodio de 2% a 3%, el VCC se duplicó logrando un concentración de 30 mM. Este aumento es muy significativo y permite evidenciar la mayor estabilidad de la emulsión de caseinato de sodio a los iones calcio sin deterioro de sus capacidades emulsificantes, conservando valores de  $d_{32}$  semejantes a los obtenidos para la emulsión con 2% NaCn. Sin embargo, duplicar la concentración de proteína en el sistema y llevarla a 6% no produjo un aumento proporcional en el VCC, cuyo valor fue de 35 mM. Es posible que a esta concentración las caseínas estén en su mayor estado de agregación y su configuración tridimensional no permita un aumento en la concentración de iones calcio sin que se presente precipitación o pérdida de la capacidad emulsificante.

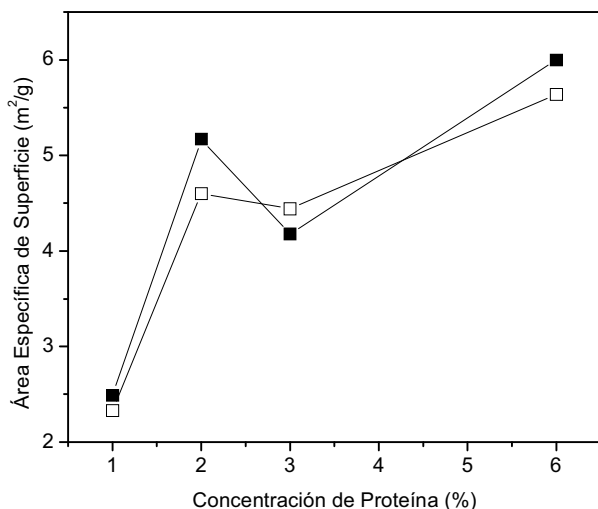
Los datos presentados en la Figura 4 muestran como característica común para las emulsiones de caseinato de sodio, un aumento pronunciado del  $d_{32}$  una vez se supera el VCC, a diferencia del aumento gradual observado para las emulsiones a 25°C (ver Figura 3). Esto implica una desestabilización coloidal de las emulsiones a 4°C de mayores proporciones que la observada a 25°C.



**Figura 5.** Diagrama de estabilidad de emulsiones de caseinato de sodio en presencia de iones calcio a 4 °C (■) y 25 °C (□). Los valores de concentración crítica de iones calcio se presentan en función de la concentración de proteína en la emulsión.

La figura 5 presenta el diagrama resumen de estabilidad de las emulsiones preparadas con caseinato de sodio a 4 °C y 25 °C en función de la concentración de proteína de la emulsión. Las emulsiones a 25 °C presentaron un incremento gradual del VCC con el aumento de la concentración de proteína en el sistema; el valor mínimo fue de 5 mM para la emulsión con 1% NaCn y un valor máximo de 25 mM para la emulsión con 6% NaCn. En el caso de las emulsiones a 4 °C, el valor mínimo fue de 10 mM (1% NaCn) y el valor máximo fue de 35 mM (6%), sin embargo, el aumento en los VCC no fue homogéneo observándose un incremento significativo del VCC al pasar de 15 mM a 30 mM en las emulsiones con un 2% y 3% NaCn, respectivamente.

El aumento de los VCC para las emulsiones a 4 °C posiblemente está relacionada con el menor grado de asociación de las caseínas a esta temperatura, lo cual permite a un mayor número de moléculas de caseínas (especialmente  $\alpha$  y  $\beta$ -Cn) estabilizar iones calcio, sin deteriorar la capacidad emulsificante del caseinato de sodio. Esto se soporta en los datos de la Figura 6, en la cual se presentan las áreas específicas de superficie de las emulsiones a las diferentes concentraciones de proteína empleadas en este estudio (concentración



**Figura 6** Área específica de superficie en función de la concentración de proteína para emulsiones O/W con una concentración de iones calcio correspondiente al VCC (■, 4 °C, □, 25 °C).

de iones calcio = VCC, 4 °C y 25 °C). De acuerdo a estos datos, la capacidad emulsificante del caseinato de sodio es muy similar para las dos temperaturas de trabajo, y solo se ve afectada por la concentración de proteína; a medida que aumenta la concentración de proteína hay una tendencia a mejorar su capacidad emulsificante. Por lo tanto, los agregados formados entre iones calcio y caseínas no son lo suficientemente grandes como para deteriorar la capacidad emulsificante de la dispersión de caseinato de sodio. En principio, el tamaño de estos agregados se puede presumir menor al tamaño de las micelas de caseína cuya capacidad emulsificante es menor al observado para esta emulsiones elaboradas con caseinato de sodio en presencia de iones calcio.

La estabilidad observada en este estudio de las emulsiones preparadas con caseinato de sodio a diferentes temperaturas en presencia de iones calcio, observado en este estudio, puede tener implicaciones importantes en el desarrollo de alimentos lácteos que pretendan ser fortificados con calcio. En el caso de sistemas como los helados, estos podrían prepararse con dispersiones de caseinato de sodio preparadas en frío en combinación con leche en polvo descremada, con lo cual se lograrían niveles de calcio altos sin deterioro de la estabilidad coloidal de la emulsión de helado ni pérdida de la capacidad emulsificante de las proteínas.

## AGRADECIMIENTOS

Comité para el Desarrollo de la Investigación CODI de la Universidad de Antioquia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mulvihill, D.M. (1989) Caseins and caseinate: manufacture. Development in Dairy Chemistry—4. Elsevier, London. Capítulo 3. pp 97-169.
- Ye, A., Srinivasan, M., Singh, H. (2000) Influence of NaCl addition on the properties of emulsions formed with commercial calcium caseinate. Food Chem. 69: 237-244
- Dickinson, E. (1992) An Introduction to Food Colloids, Oxford University Press, Oxford. Capítulo 6. pp 140-173.
- Hiemenz, P.C., Rajagopalan, R. (1997) Principles of Colloid and Surface Chemistry. Marcel Dekker. 3ª Ed., New York. Capítulo 6. pp 248-296.
- Bos, M.A., van Vliet, T. (2001) Interfacial rheological properties of adsorbed protein layers and surfactants: a review. Adv. Colloid Interface Sci. 91: 437-471.
- Dickinson, E., Golding, M. (1998) Influence of Alcohol on Stability of Oil-in-Water Emulsions Containing Sodium Caseinate, J. Colloid Interface Sci. 197: 133-141.
- Mulvihill, D.M.; Murphy, P.C. (1991) Surface active and emulsifying properties of caseins/caseinate as influence by state of aggregation. Int. Dairy J. 1: 13-37.
- Euston, S.R., Hirst, R.L. (1999) Comparison of the concentration-dependent emulsifying properties of protein products containing aggregated and non-aggregated milk protein. Int. Dairy J. 9: 693-701.
- Lucey, J.A., Srinivasan, M., Singh, H. Munro, P.A. (2000) Characterization of Commercial and Experimental Sodium Caseinates by Multiangle Laser Light Scattering and Size-Exclusion Chromatography. J. Agric. Food Chem. 48: 1610-1616.
- Dickinson, E. (1989) Food Colloids—an overview. Colloids Surf. 42: 191-204.
- Dickinson, E. (1989) Surface and emulsifying properties of caseins. J. Dairy Res. 56: 471-477.
- Dickinson, E., McClements, D.J. (1995) Advances in Food Colloids. Chapman & Hall, Londres. Capítulo 1, pp. 1-25.
- Holt, C. (1992). Structure and stability of bovine casein micelles. Advances in Protein Chemistry. C.B. Anfinsen, J.D. Edsall, F.R. Richard, D.S. Eisenberg (Ed). Academic Press, San Diego. Vol. 43. p 63-151.
- Te Nijenhuis (1997) Thermoreversible Networks, Viscoelastic Properties and Structure of Gels, Springer, Berlin. Capítulo 1, pp 1-12.
- Dickinson, E., Casanova, H. (1999) A thermoreversible emulsion gel based on sodium caseinate. Food Hydrocolloids, 11: 285-289.
- Dickinson, E., Davies, E. (1999) Influence of ionic calcium on stability of sodium caseinate emulsions. Colloids Surf. B, 12: 203-212.
- Srinivasan, M.; Singh, H. and Munro, P. (1996). Sodium caseinate-stabilized emulsions: factors affecting coverage and composition of surface proteins. J. Agric. Food Chem, 44: 3807-3811.

Fecha de Recibo: Marzo 2 de 2004

Fecha de Aceptación: Marzo 30 de 2004



## Departamento de Farmacia

### PERFIL DEL TECNÓLOGO EN REGENCIA DE FARMACIA

El Tecnólogo en Regencia de Farmacia es un profesional perteneciente al área de la salud, capacitado y autorizado por la ley para dirigir servicios farmacéuticos hospitalarios de baja complejidad, depósitos, distribuidoras de medicamentos, droguerías y farmacias, sitios donde se expenden productos farmacéuticos como:

- Medicamentos alopáticos, homeopáticos y productos naturales
- Cosméticos
- Insumos para la salud
- Productos de aseo, higiene y limpieza
- Productos odontológicos
- Guantes quirúrgicos y Condones

El Tecnólogo en Regencia de Farmacia es formado para realizar educación dirigida a la comunidad y al personal a su cargo, en el uso adecuado de los medicamentos y demás productos farmacéuticos; cumple un papel importante en el desarrollo, participación y seguimiento de los programas de promoción de la salud, prevención de la enfermedad, e implementación de la farmacovigilancia, exigidos en el actual sistema de salud colombiano; por su amplia formación en el área administrativa puede desempeñarse como un eficiente administrador.