

# CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE SOLUCIONES DE GOMA BREA

M. A. Bertuzzi<sup>\*</sup>, M. Armada, J. C. Gottifredi

Instituto de Investigaciones para la Industria Química - INIQUI (CONICET)

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177, A4402FDC, Salta, Argentina

E-mail: bertuzzi@unsa.edu.ar

**Resumen.** La goma brea es un hidrocoloide obtenido como exudado del árbol leguminoso *Cercidium australe*. El exudado se purifica mediante un proceso simple de solución y secado con una molienda posterior hasta polvo fino para facilitar su uso como aditivo alimentario. La goma brea tiene una alta solubilidad en agua, superior al 40% p/v que aumenta con el incremento de la temperatura. Es insoluble en reactivos como ácido acético, soluciones de cloruro férrico, glicerol y alcohol etílico. Es soluble en yodo, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido tánico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio. La viscosidad de las soluciones de goma brea aumentan con la concentración y disminuyen con la temperatura y presentan un incremento adicional a pH intermedios. La solución al 1,5% de goma brea presenta valores de viscosidad superiores a los de soluciones al 4% de goma karaya y del 4% de goma tragacanto en un rango de temperatura que va de 25 a 50°C. La densidad a 25°C se incrementa con la concentración del hidrocoloide en forma lineal hasta concentraciones del 35%. Las soluciones de goma brea mostraron una disminución de la tensión superficial del agua de hasta un 25%. Se observaron espumas más estables y duraderas a medida que se incrementaba la concentración de goma utilizada. El diámetro de las gotas de aceite emulsionadas en agua disminuye exponencialmente con el aumento de concentración de goma utilizada como emulsionante. La goma

---

<sup>\*</sup> A quien debe enviarse la correspondencia

brea posee características funcionales que la convierten en un excelente hidrocoloide para su uso como espesante y estabilizante de emulsiones y espumas.

**Palabras claves:** Goma Brea, Caracterización Funcional, Estabilizante.

## 1. Introducción

La goma brea es un hidrocoloide obtenido como exudado del árbol leguminoso *Cercidium australe* (brea) que crece en el centro, oeste y noroeste de Argentina, cuyas propiedades funcionales y composición favorecen su uso como aditivo alimentario que permitiría reemplazar insumos importados como la goma arábiga. La goma es de color amarillo-dorado pálido, de consistencia semi-líquida y de sabor débilmente azucarado. A medida que va solidificándose, toma coloración más oscura. Es fácilmente soluble en agua, de solución homogénea y viscosa, de carácter ácido (pH = 4). Una parte de brea en seis de agua, da un mucílago más consistente que el de la goma arábiga en las mismas proporciones. La proporción insoluble en agua que representa alrededor de un 6 %, está formada por residuos vegetales y materias terrosas (Armada et al., 1997) . El exudado se purifica mediante un proceso simple de solución y secado con una molienda posterior hasta polvo fino para facilitar su uso en alimentos como aditivo. Este hidrocoloide contienen residuos de L-arabinosa, D-xilosa, ácido D-glucorónico y ácido 4-O-metil D-glucorónico (Cerezo et al., 1968), asociados a pequeñas cantidades de proteínas (aproximadamente 8%) las cuales contribuyen en las propiedades emulsificantes de la goma.

Las gomas son usadas en alimentos principalmente como espesante, gelificante, emulsificante y estabilizante debido entre otras a su capacidad para modificar las propiedades reológicas del solvente en el cual se disuelven, generalmente agua. El aumento de la viscosidad se debe al volumen hidrodinámico ocupado por las cadenas del polisacárido de alto peso molecular y a la interacción entre cadenas cuando las gomas se solubilizan o dispersan (Wareing, 1997, Yaseen et al., 2005).

Los polisacáridos en solución se asocian formando estructuras micelares que contribuyen a aumentar la espumabilidad y sobre todo la estabilidad de la espuma. Los polímeros solubles en agua aumentan su viscosidad reduciendo los fenómenos hidrodinámicos de drenaje de las películas que forman la espuma. Además se adsorben en la superficie gas-líquido provocando efectos de repulsión estéricos que estabilizan la espuma (Salager et al., 1999).

El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar las soluciones acuosas de goma brea en un amplio rango de concentraciones para establecer la factibilidad de su uso como aditivo en la industria alimentaria, farmacológica, cosmética, etc. Para ello se evaluaron soluciones acuosas de goma brea en un amplio rango de concentraciones, mediante determinaciones de densidad, solubilidad en agua y diferentes reactivos, comportamiento reológico y tensión superficial. También se evaluó la estabilidad de la espuma en distintas soluciones de goma brea y se estudió el comportamiento de la goma a distintas concentraciones como emulsificante del aceite en agua.

## **2. Materiales y métodos**

La goma exudada de la corteza de la planta bajo la forma de pequeñas gotas o lágrimas se recogió impurificada con polvo, astillas, etc. El exudado se purificó mediante un proceso simple de solución, filtrado y secado solar o en estufas a temperatura inferior a 50°C, luego se realizó una molienda hasta polvo fino (malla 80-ASTM) para facilitar su uso posterior.

**Solubilidad.** Se estudió la solubilidad frente a distintos solventes y soluciones: yodo, ácido sulfúrico concentrado, ácido acético, ácido clorhídrico, cloruro férrico (5%), hidróxido de potasio (10%), ácido tánico (10%), alcohol etílico 96°, glicerol, leche descremada, solventes orgánicos (hexano, éter ).

Para determinar la solubilidad en agua de la goma se utilizó el método del Extracto Seco. Se colocó 1g de goma en 50 mL de agua a diferentes temperaturas, mezclando durante 5 minutos y dejando reposar para provocar la sedimentación de lo no disuelto en el fondo. Se determinó el extracto seco sobre una alícuota de 5 mL.

**Densidad.** Se determinó la densidad de soluciones de goma brea empleando picnómetros de vidrio. Las medidas se realizaron por triplicado.

**Comportamiento de flujo.** Para determinar la viscosidad de soluciones de goma brea de distinta concentración y a diferentes temperaturas, se empleó un viscosímetro de Ostwald. Para conocer el comportamiento reológico de las soluciones se empleó un viscosímetro Brookfield entre 0.3 y 60 rpm. y un viscosímetro Haake con rotor MV II con una aceleración de  $250 \text{ s}^{-1}$  entre 0 y 362 rpm.

**Tensión superficial.** La determinación de la tensión superficial de las soluciones de goma brea se realizó mediante un tensiómetro de Dunoy.

**Emulsiones.** Se emulsionó aceite de maíz al 20% en soluciones de goma brea de concentraciones 1.0%, 2,5%, 5.0%, 10.0%, 20.0% y 30.0%. Las emulsiones se prepararon en homogenizador VIRTIS durante 5 minutos. Las emulsiones formadas se observaron al microscopio con objetivos 40x y 100x.

**Espumas.** Para la formación de espumas a las soluciones de goma brea de concentraciones entre 0.2 y 25.0% se las agitó durante 5 minutos con incorporación de aire en probetas graduadas. Se evaluó la expansión de la espuma o incremento (FE) como el volumen de la espuma dividido el volumen de líquido inicial por 100, el poder espumante (PE) como porcentaje del volumen del líquido en la espuma respecto del aire incorporado, la estabilidad de la espuma (EE) se midió en volumen y en porcentaje de líquido final respecto del inicial retenido en las laminillas luego de 24 horas de estacionamiento.

### **3. Resultados**

#### **Solubilidad**

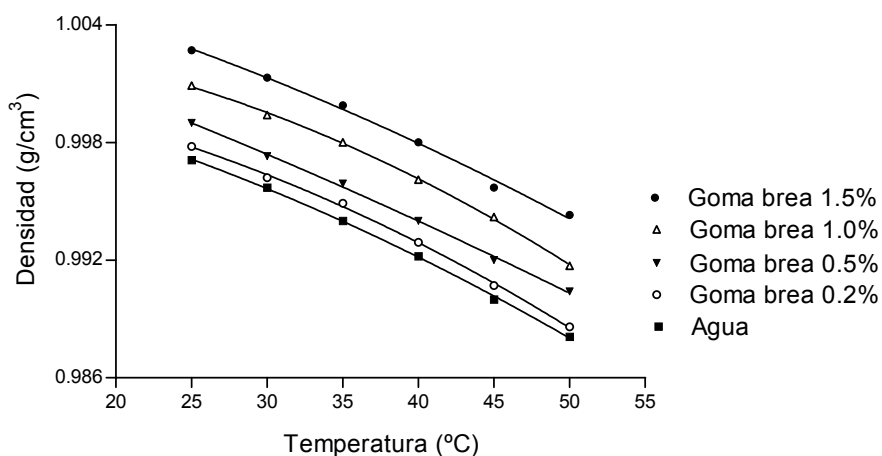
Se encontró que la solución acuosa de goma brea al 1% es soluble en yodo, ácido sulfúrico concentrado, ácido clorhídrico, ácido tánico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio y leche descremada. Resulta insoluble en reactivos como ácido acético, glicerol, aceites, alcohol etílico y en la mayor parte de los solventes orgánicos. Al igual que la goma arábica resulta insoluble en presencia de sales metálicas trivalentes como por

ejemplo soluciones de cloruro férrico. Es soluble en yodo, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido tánico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio.

Se observó que la goma brea tiene una alta solubilidad en agua, superior al 40% p/v que aumenta con el incremento de la temperatura, presentando un comportamiento similar al de la goma arábica. Cabe aclarar, que el resto de las gomas no pueden superar concentraciones del 5% en agua debido a las altas viscosidades que desarrollan. La velocidad de solubilización de la goma brea se incrementa con la temperatura. Además de formar geles con alto contenido de sólidos, la goma brea puede utilizarse a concentraciones menores en combinación con otras gomas como espesantes y ligadores.

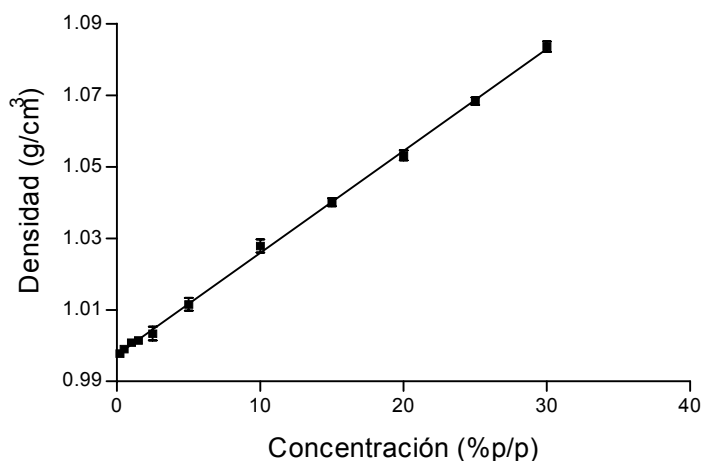
### Densidad

Se estudió como influyen la concentración y la temperatura sobre la densidad de soluciones de goma brea (Figura 1). El aumento de la temperatura en el rango de estudiado (25 a 50°C) provoca una disminución en la densidad. También puede observarse el aumento proporcional de la densidad con la concentración.



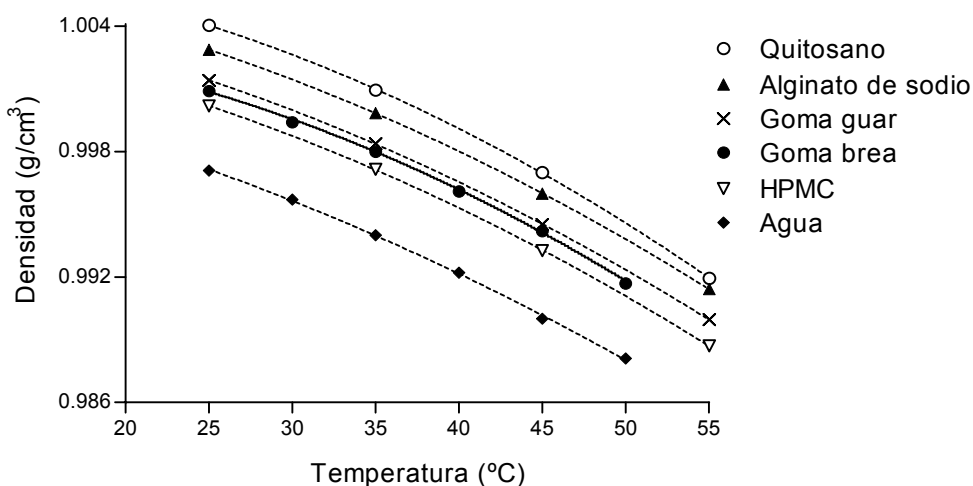
**Fig. 1.** Densidad de las soluciones de goma brea en función de la temperatura y la concentración de polisacárido.

Esa proporcionalidad entre la densidad y la concentración se mantiene aún a altas concentraciones. Se encontró que la densidad a 25°C se incrementa con la concentración del hidrocoloide en forma lineal hasta concentraciones del 35% (Figura 2).



**Fig. 2.** Densidad de las soluciones en función de la concentración de goma brea.

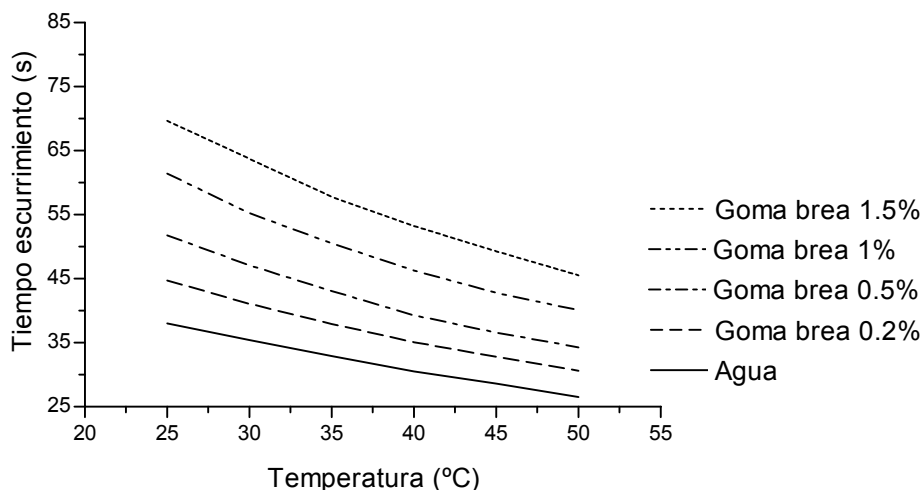
Los valores de densidad de soluciones al 1% de goma brea en función de la temperatura obtenidos se compararon con los publicados por Mutalik et al. (2006) para soluciones al 1% de quitosano, goma guar, alginato de sodio e hydroxipropil-metilcelulosa (HPMC). Puede verse que las soluciones de goma brea presentan densidad menor que los otros polímeros en el rango de temperatura estudiado, con excepción de la HPMC. En todos los casos la densidad disminuye debido al aumento del volumen específico ocasionado por la ruptura de puentes hidrógeno de moléculas de polímero asociadas en presencia de moléculas de agua.



**Fig. 3.** Densidad de las soluciones en función de la concentración de goma brea.

## Comportamiento reológico

Los ensayos de tiempo de escurrimiento realizados con el viscosímetro de Ostwald muestran que las soluciones de goma brea a medida que aumentan la concentración presentan un efecto más marcado de la temperatura sobre la viscosidad de la solución.



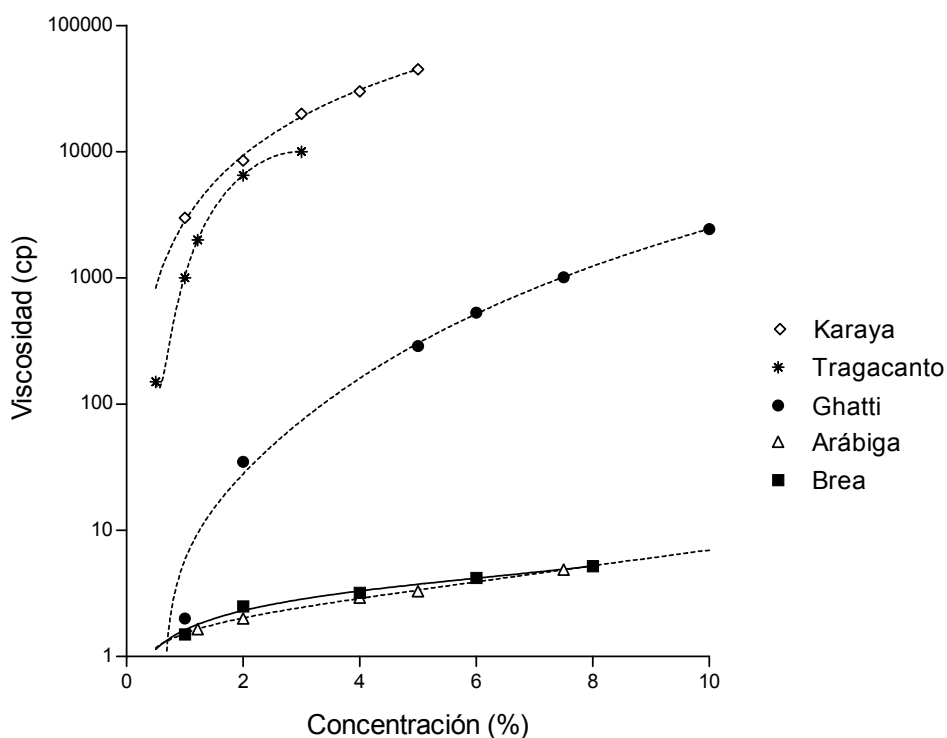
**Fig. 4.** Tiempo de escurrimiento de soluciones de goma brea de diferente concentración en función de la temperatura.

Mientras la mayor parte de las gomas forman soluciones altamente viscosas a bajas concentraciones, la goma brea, al igual que la arábica, resultan excepcionales por su alta solubilidad y por no impartir gran viscosidad a bajas concentraciones. Recién a altas concentraciones se obtienen viscosidades importantes. Esta capacidad de formar soluciones altamente concentradas es responsable de las excelentes propiedades estabilizantes y emulsionantes de estas gomas cuando se incorporan a preparaciones con grandes cantidades de materiales insolubles.

Estas características inusuales respecto de las presentadas por otros polisacáridos de peso molecular similares, están relacionadas a la estructura ramificada y más compacta de las moléculas. Las soluciones acuosas de goma brea presentan comportamiento Newtoniano aún a altas concentraciones. Por ejemplo, en soluciones al 35% se observa solo una muy leve pseudoplasticidad según los resultados obtenidos con un viscosímetro Haake el rango de 0 a  $300 \text{ s}^{-1}$ . Para soluciones de goma brea al 35 % se

encontró a pH de 4.02, 3.00 y 7.65 valores de la viscosidad de 1157, 1286 y 1192 cp respectivamente, tomados a  $160 \text{ s}^{-1}$ . El cambio de pH de las soluciones ocasiona modificaciones en los enlaces puente hidrógenos establecidos entre cadenas y con las moléculas de agua, resultando en una variación en el comportamiento reológico del polisacárido.

La variación de la viscosidad de las soluciones de goma brea con la concentración, medida con un viscosímetro Brookfield en el presente trabajo, se compara con las correspondientes a otras gomas en la Figura 5. Puede verse que la goma brea presenta un comportamiento muy similar al de la goma arábica en soluciones de hasta el 10% de polisacárido.



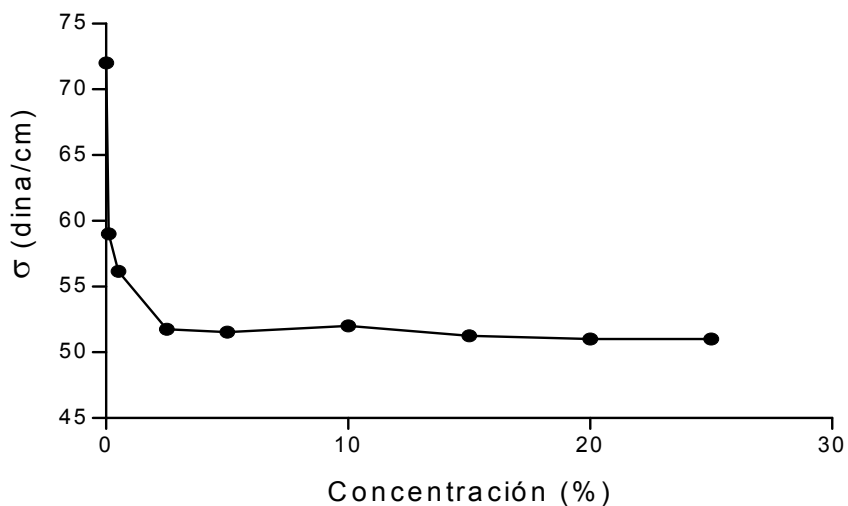
**Fig. 5.** Viscosidad de soluciones de diferentes gomas en función de la concentración.

### Tensión superficial

Las soluciones de goma brea mostraron una importante disminución de la tensión superficial del agua según los resultados obtenidos mediante la técnica del anillo de



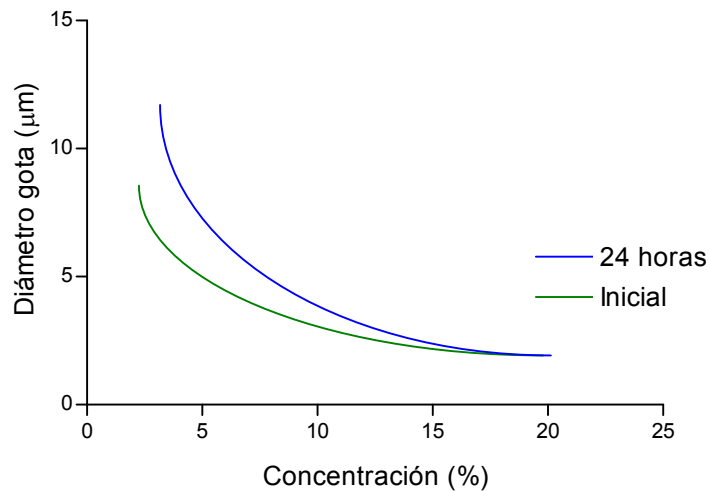
Dunoy. La tensión superficial del agua pura cae a medida que se incrementa la concentración del polisacárido desde 72 hasta 51 dina/cm.



**Fig. 6.** Tensión superficial de soluciones de goma brea en función de la concentración.

### **Formación y estabilización de emulsiones**

La goma brea actúa como agente emulsificante debido probablemente a que actúa como coloide protector. A medida que se incrementa la concentración de goma brea entre 1 y 20% aumenta el número de gotas emulsionadas y disminuye su tamaño. También se observó que a concentraciones de goma menores al 5% existe un aumento del tamaño de gotas durante el almacenamiento debido a la fusión de gotas pequeñas en otras de mayor tamaño, sin embargo, a concentraciones más altas se detectó una gran estabilidad de la emulsión, ya que el número y tamaño de gotas permanecieron prácticamente inalterados luego de 24 horas. Como puede observarse en la Figura 7, el diámetro de las gotas de aceite emulsionadas en agua disminuye exponencialmente con el aumento de concentración de goma utilizada como emulsionante.



**Fig. 7.** Diámetro de gotas de aceite en función de la concentración de goma brea.

Las propiedades emulsificantes están asociadas a una porción de la goma: el complejo formado por el polisacárido (región hidrofílica) y las proteínas (región hidrofóbica) de la goma. Durante la formación de la emulsión aceite en agua, la porción proteica se adhiere a la superficie de la gota de aceite y la porción de carbohidratos sobresale hacia la fase acuosa. Las repulsiones estéricas entre cadenas de polisacárido unidas a gotas de aceite adyacentes inhiben la coalescencia. La concentración relativamente baja de proteína en la goma brea requiere de concentraciones altas de goma en los sistemas emulsionados. Adicionalmente, la alta concentración de goma en la fase acuosa puede mejorar la estabilidad por el incremento en la viscosidad del medio dispersante.

Para goma arábica se encontró un mínimo de 12% de goma arábica para obtener una buena emulsión al 20% de aceite de naranja en agua (Wareing, 1997). En este estudio se encontró que para concentraciones superiores al 10% de goma brea se obtienen buenas emulsiones al 20% de aceite en agua, resultando un poder emulsionante similar al de la goma arábica.

### **Formación y estabilización de espumas**

La forma de la espuma obtenida a partir de las soluciones de goma brea, se corresponde con las poliédricas o superficiales, donde un menisco limita el volumen

del gas de un lado, mientras que una película líquida limita la burbuja del resto del sistema. Estas espumas están formadas por células de gas separadas, las unas de las otras por finas láminas líquidas, donde se observa la doble capa de Gibbs cuya constitución influye en la estabilidad de las mismas.

Las determinaciones de tensión superficial muestran que la tensión superficial del agua disminuye apreciablemente con el agregado de goma brea hasta concentraciones del 4% aproximadamente y luego se mantiene prácticamente constante con el aumento de concentración. La espumabilidad en cambio, aumenta hasta valores del 5% y luego cae debido a que se supera la concentración micelar crítica, tal como lo demuestra la expansión de la espuma (FE) y el poder espumante (PE) en la Tabla 1.

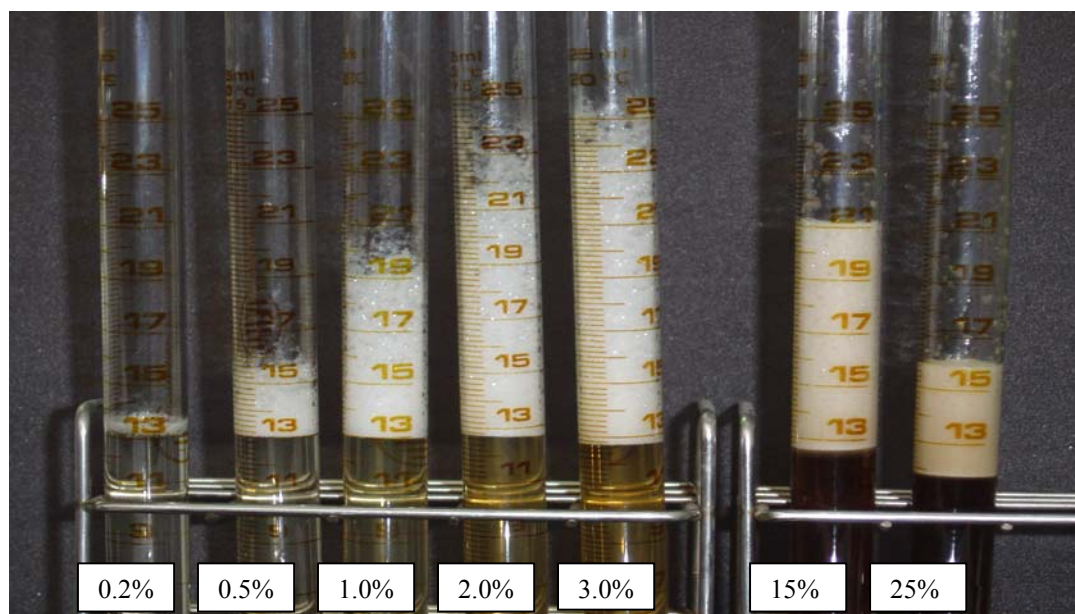
**Tabla 1.** Espumabilidad de soluciones de goma brea.

<b>Concentración de goma brea(%)</b>	<b>FE (%)</b>	<b>PE (%)</b>
0.5	30.7	666
1.0	61.5	666
2.0	87.6	712
5.0	92.3	1000
10.0	69.2	515
15.0	63.0	412
20.0	61.5	245

Respecto al contenido de solución en la espuma recién preparada, se encontró que el mismo aumenta con la concentración de la solución, lo que induce a pensar que la viscosidad de la solución influye en el espesor de las laminillas de la espuma, resultando más gruesas a mayor concentración de goma brea. En la Figura 8 puede observarse tanto la variación en la espumabilidad como la densidad de la espuma y el tamaño de las celdillas de aire en función de la concentración de goma brea utilizada.

Se encontró que luego de 24 horas la cantidad de solución retenida en la espuma disminuyó en alrededor de un 35% para soluciones de concentraciones inferiores al 5%. Para concentraciones superiores, se observó que la retención del líquido aumenta en

forma progresiva hasta un 10% de reducción de solución en la espuma para soluciones del 20% de concentración de goma brea.



**Fig. 8.** Espumas de soluciones de goma brea de diferentes concentraciones (%).

La teoría establece que la rapidez de drenaje disminuye de manera proporcional al cubo del espesor de la película e inversamente proporcional a la viscosidad del líquido y al área de la película (Prud'homme y Khan, 1996). Por lo tanto, a mayores concentraciones de goma el efecto viscoso reduce el drenado de líquido desde la espuma.

Luego de 24 horas de estacionamiento en las soluciones de concentraciones bajas de goma brea se observa más claramente el fenómeno de maduración de Ostwald. La espuma resulta menos densa y con celdas más abiertas. En cambio a concentraciones altas las celdillas se mantienen en mayor cantidad y de menor tamaño debido a la resistencia a la transferencia gaseosa presentada por las laminillas más gruesas y viscosas.

#### **4. Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la goma brea presenta características fisicoquímicas y funcionales similares a las de la goma arábica y puede reemplazarla en gran parte de sus aplicaciones. Cabe destacarse que durante el año 2005 se importaron 516519, 23 kg de goma arábica por un monto de 2.972.308,14 U\$S en nuestro país, según los datos de la Administración Nacional de Aduanas. Este trabajo pretende contribuir en el conocimiento de las características de la goma brea para su utilización como aditivo alimentario de origen local.

#### **Agradecimientos**

Agradecemos el financiamiento del Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI-CONICET) y de la Facultad de Ingeniería de la UNSA y la colaboración de Ing. Marcela Nieva, Tec. Qco. Valentín Trejo e Ing. Antonio Bonomo.

#### **Bibliografía**

- Armada, M., Margalef, M.I., Lescano, G.R., Trejo, V. (1997). Informe sobre goma brea para la Empresa G.T.Z.
- Cerezo, A.S., Stacey, M., Webber, M.J. (1969). Some structural studies of brea gum (an exudate from *Cercidium australe* jonhst.). *Carbohydrate Research*, 9 (4),505-517.
- Mutalik, V., Manjeshwar, L.S., Wali, A., Sairam, M., Raju, K.V.S.N., Aminabhavi, T.M. (2006). Thermodynamics/hydrodynamics of aqueous polymer solutions and dynamic mechanical characterization of solid films of chitosan, sodium alginate, guar gum, hydroxy ethyl cellulose and hydroxypropyl methylcellulose at different temperatures. *Carbohydrate Polymers* 65, 9-21.
- Prud'homme, R.K., Khan, S.A. (1996). *Foams- Theory, measurements and applications*. M Dekker, New York.
- Salager, J-L, Andérez, J.M, Firgiarini, A. (1999). Influencia de la formulación sobre las espumas. *L'Actualité Chimique*, Abril 1999, 10-21.
- Wareing, M.V. (1997). Exudates gums. In *Thickening and gelling agents for food*, Imeson, A (Ed.), 86-118.
- Yaseen, E.I., Herald, T.J., Aramouni, F.M., Alavi, S. (2005). Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International* 38, 111-119.