

DETERMICACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL LÍQUIDO DE COBERTURA DE ARVEJAS ENLATADAS

L. E. Mayer - M. G. Bertoluzzo - S.M. Bertoluzzo*

RESUMEN: Las operaciones de enlatados, se basan en dos métodos generales para evitar la destrucción del alimento por microorganismos, siendo estos, la esterilización y la inhibición o retardo de la actividad de los organismos. Dado que el primero es ampliamente usado, se decide determinar propiedades físicas, tales como, densidad, viscosidad y tensión superficial, en el líquido de cobertura de arvejas enlatadas para conocer el valor de estas propiedades físicas, una vez aplicado el proceso de conservación. Las determinaciones se realizaron mediante pycnometría, viscosímetro de capilar y estalagmómetro de Traube.

Palabras claves: conservas - densidad - viscosidad - tensión superficial - incertezas.

ABSTRACT: *Determination of Physical Properties of the Liquid Medium of Canned Peas*

Canning operations are based on two general methods to prevent the destruction of food microorganisms: sterilization and inhibition or delay the activity of the agencies. Since the first is widely used, it was decided to determine physical properties, such as density, viscosity and surface tension, in liquid medium of canned peas to know the value of these physical properties, once the conservation process has been applied. Determinations were made by pycnometry, Capillary Viscometer and Traube stagalometre.

Key words: density - viscosity - surface tension - uncertainties.

Introducción

En este trabajo nos hemos propuesto: A) Determinar la densidad, viscosidad y tensión superficial en líquidos de cobertura de arvejas secas remojadas. B) Identificar y analizar la mayor cantidad posible de marcas que ofrezca el mercado. C) Comparar los resultados obtenidos y calcular sus respectivas incertezas.

Los procesos de enlatados adoptan dos métodos generales para evitar la destrucción de los alimentos por bacterias, mohos y/o levaduras. El primero, en el que se basan las operaciones de enlatado, es la esterilización, que comprende la exposición

* L. E. Mayer es Ing. en Tecnología de los Alimentos. Magister en Relaciones Laborales y Recursos Humanos. Becario del Proyecto de Investigación BIO255. UNR. E-mail: leonardoemayer@gmail.com
M. G. Bertoluzzo es Lic. En Física. Doctora en Cs. Biomédicas. Directora del Proyecto de Investigación BIO255. UNR Docente investigadora, UNR. mgbertol@hotmail.com
S. M. Bertoluzzo es Lic. En Física. Codirectora del Proyecto de Investigación BIO255. Directora del Proyecto de Investigación MED253. Docente investigadora, UNR. sbertoluzzo@hotmail.com

del alimento al calor para destruir los organismos atacantes y su inclusión en recipientes herméticamente cerrados, para de este modo protegerlos de posteriores contaminaciones. El segundo proceder busca la conservación inhibiendo el desarrollo de los organismos que producen alteraciones, lo que se consigue tratando al alimento de varias maneras, de forma tal que la actividad de los organismos se retrasa o inhibe. Este tipo de conservación no implica, necesariamente la destrucción de los microorganismos -es decir, efecto germicida o fungicida-, y al reducir o eliminar la acción inhibidora, el alimento sufre los efectos de la alteración.

Al estudiar la relación entre microorganismos y conservas conviene repasar aquellos métodos de conservación, distintos del calor, más usados en la industria de alimentos, ya que aquellos conservados por estos métodos se emplean en gran cantidad como materia prima para el enlatado; por otro lado, algunos productos enlatados y embotellados, como frutas, compotas, salsas y encurtidos, se conservarán usando ambos: el calor y las sustancias inhibidoras. Los métodos de utilización industrial más importantes son refrigeración, atmósferas modificadas, deshidratación, filtración, escabechado y curado, fermentación, ahumado, irradiación y la adición de conservantes naturales -azúcar, sal, ácidos y especias- o de conservadores químicos tales como dióxido de azufre y ácido benzoico. Algunos de estos métodos se emplean conjuntamente al sumarse sus efectos.

Marco Teórico

Uno de los productos en conserva enlatada más consumido por la población son las arvejas secas remojadas, cuya definición según el Código Alimentario Argentino es la que sigue: es el producto preparado con las semillas secas previamente remojadas, de distintas variedades del cultivo de la especie *Pisum sativum* L. (excluida la subespecie *macrocarpus*); envasadas en un recipiente bromatológicamente apto, con un medio de cobertura apropiado y sometido a esterilización industrial para asegurar su conservación. Debiendo responder a las siguientes condiciones: a) las semillas a emplear deberán ser sanas, maduras y limpias, b) estarán libres de defectos ocasionados por el ataque de insectos o parásitos, así como también de los producidos por agentes físicos o químicos, c) el líquido de cobertura podrá contener edulcorantes nutritivos (azúcar blanco, dextrosa, azúcar invertido o sus mezclas) y/o cloruro de sodio en cantidades tecnológicamente adecuadas, d) el medio de cobertura podrá contener hasta 90 mg/Kg de calcio en forma de sales (cloruro, lactato, gluconato), e) no deberá contener ninguna sustancia colorante ni reverdecidora ni reforzadora del color, f) las arvejas contenidas en un mismo envase serán de textura tierna, sin tendencia a desarmarse, de tamaño razonablemente uniforme; sin olores ni sabores extraños; con hasta 10 por ciento de piezas con germen formado, bien visible pero no libre, g) estarán libres de residuos de plaguicidas, h) las arvejas procesadas, deberán presentarse libres de defectos y si los tuvieran, el total de los mismos no deberá exceder el 20 por ciento en peso de las arvejas escurridas y dentro de las siguientes tolerancias: arvejas manchadas Máx 20,0 por ciento, Gravemente man-

chadas Máx 2,0 por ciento, Fragmentos de arvejas Máx 7,0 por ciento, Materiales extraños de la planta Máx 0,5 por ciento. Deberá entenderse por: Arvejas manchadas las que presentan pequeñas manchas o motas. Gravemente manchadas las que presentan grandes manchas o motas, descoloridas al punto de que la apariencia ha sido gravemente afectada. Fragmentos de arvejas, significa trozos de las semillas, piel suelta, arvejas con piel suelta. Materiales extraños de la planta, significa restos de hojas, pedúnculos o vainas provenientes de la misma planta o de otro origen. i) las arvejas no se clasificarán por tamaño, j) el contenido de arvejas escurridas en los envases de cualquier tamaño será del 58 por ciento en peso, del peso en agua destilada a 20 °C que cabe en el recipiente totalmente lleno y cerrado.

Este producto se rotulará en el cuerpo del envase: Arvejas secas remojadas, formando una sola frase con caracteres de igual tamaño, realce y visibilidad. Se consignará el contenido total y el de las arvejas escurridas.

Así queda definido el producto específico arvejas secas remojadas, pudiendo aún ser más ceñido con el esquema de las operaciones de enlatado, se puede definir este proceso como el proceso de conservación de alimentos por la aplicación de un sistema de esterilización térmica a productos alimenticios mantenidos en recipientes herméticamente cerrados. De esta forma el proceso de enlatado puede realizarse (1) llenando con el producto un recipiente que se cierra herméticamente y luego se trata térmicamente y se enfría hasta que todos los microorganismos capaces de desarrollarse en el alimento se hayan inhibido, o (2) esterilizando el producto en forma continua mediante calentamiento y enfriamiento en intercambiadores de calor, enlatándolo después asépticamente en recipientes preesterilizados que se cierran bajo condiciones de asepsia.

Las etapas del proceso convencional son las siguientes: preparación del alimento, enlatado propiamente dicho, evacuación, sutura de la lata, tratamiento térmico y refrigeración.

Preparación del alimento

Para el enlatado se emplean numerosos procesos, tales como selección, calibrado, lavado, mezclado, escaldado y procesamiento. Las operaciones previas al enlatado deben realizarse con eficacia, pero rápidamente puesto que el retraso indebido en esta fase permitirá el desarrollo de microorganismos mesófilos y termófilos de rápido crecimiento que pueden convertir en inadecuado el tratamiento térmico. Incluso aunque el tratamiento térmico subsiguiente esteriliza convenientemente al producto, la formación incipiente de gases, productos de distintas fermentaciones bacterianas (dependiendo el tipo de fermentación y de gas, según las bacterias que puedan estar presentes) originará su liberación durante el procesado, reduciendo el vacío del espacio de cabeza, e incluso dando lugar a latas abombadas estériles. En todo caso el retraso en el procesado lleva invariablemente a pérdida de calidad del producto terminado.

Las operaciones de mayor importancia durante la preparación del alimento, y

aquellas relacionados con la disminución de la carga microbiana son: lavado, pelado y escaldado, dado que estas disminuyen la contaminación de la superficie del alimento. Si estas operaciones se realizan inadecuadamente se origina un aumento de la carga microbiana inicial que puede dar lugar a un procesado inadecuado.

Enlatado propiamente dicho

Debe prestarse esmerada atención en el llenado de la lata, no solo en lo que concierne al peso bruto del material que se incluye en cada lata, sino también, al ser las arvejas secas remojadas un producto no uniforme, en la cantidad de cada sustancia en particular. Además del aspecto económico para el productor o consumidor, la introducción del peso correcto de cada material influye poderosamente en las demás operaciones del enlatado. Por ejemplo, la eficacia de los procesos de evacuación dependen, en parte, de la cantidad de espacio libre encima de la superficie del alimento (espacio de cabeza), mientras que la proporción entre material sólido y material líquido influye considerablemente en la velocidad de penetración del calor en la lata, afectando así al tratamiento térmico final. En los procesos de esterilización en los que se utiliza agitación mecánica o por vapor, para aumentar la velocidad de transferencia del calor, el espacio de cabeza ayuda a mezclar los contenidos de la lata, y, por lo tanto, ejerce un marcado efecto en el proceso.

Además de controlar el peso del alimento introducido, en ciertos tipos de latas, es necesario prestar atención al método de llenado para prevenir la inclusión de volúmenes relativamente grandes de aire.

Evacuación

Una operación esencial en el enlatado es la expulsión del aire de la lata antes de cerrarla. Es necesaria por las siguientes razones: disminución de fugas debidas a la tensión de la lata motivada por la expansión del aire durante el calentamiento, expulsión del oxígeno, el cual acelera la corrosión interna de la lata y creación de un vacío cuando la lata se ha cerrado. Las latas con tapas abombadas deben considerarse peligrosas; es necesario asegurarse que las tapas permanezcan planas o ligeramente cóncavas al variar lentamente la temperatura de almacenamiento o la presión barométrica.

Otras ventajas adicionales conseguidas con el vacío son la prevención de la corrosión y la preservación de la vitamina C.

En la práctica comercial los métodos empleados para la expulsión del aire de la lata son: evacuación por colado, evacuación mecánica e inyección por vapor.

Sutura del envase

Se han conseguido avances considerables y velocidades relativamente altas en las suturadoras de latas. Esto agiliza y disminuye los tiempos en la línea de producción. Para las arvejas secas remojadas, se emplean latas de hojalata, cuyo cuerpo

presenta cierta rugosidad a los fines de amortiguar la expansión del volumen interno de producto debido al tratamiento térmico. Generalmente las latas utilizadas son de dos piezas.

Tratamiento térmico

Las latas, después de evacuadas y cerradas, se calientan durante un tiempo y a una temperatura cuidadosamente predeterminados, en una atmósfera saturada de vapor o en agua caliente u ocasionalmente en una mezcla de aire- vapor de agua. La selección del medio calefactor está determinada en gran parte por el tipo de envase empleado. Generalmente, para arvejas enlatadas, se utilizan envases metálicos, opacos, con doble capa de barniz en su interior, tapa y contratapa con cierre hermético con anillo de goma, y cuerpo soldado.

La acción esterilizante del vapor depende de la transmisión de su calor latente de evaporación a la superficie de las latas en las que se condensa. El vapor seco o sobrecalentado, no se condensa tan fácilmente y es por lo tanto menos eficiente en la transmisión del calor que el vapor saturado. La eliminación completa del aire del autoclave es un factor de importancia vital en el procesado a vapor y los autoclaves deben estar contruidos de tal forma que se facilite la expulsión del aire. Ello se realiza mediante un procedimiento conocido como escape.

Hay que evitar la inmersión de las latas en el agua de la base del autoclave, puesto que deben estar rodeadas por completo por vapor para que el efecto calefactor sea el máximo.

El procesado puede realizarse en autoclaves continuos o discontinuos dotados de sistemas de calentamiento y de enfriamiento a presión en los que se mantiene la presión del vapor mientras las latas entran y salen a través de aberturas especialmente contruidas o de puertas hidrostáticas.

Como consecuencia del tratamiento térmico y de esterilización, realizado a las latas, las propiedades físicas del líquido de cobertura pueden ser modificadas. Esto puede deberse a un exceso en el tiempo o temperatura de esterilización. Para verificar estos cambios se propone medir la densidad, viscosidad y tensión superficial del líquido de cobertura de arvejas secas remojadas. Para ello se trabajará con diecinueve marcas distintas.

Materiales y métodos

a) Preparación de las muestras

Se agitan las latas para homogeneizar el líquido de cobertura. Una vez abiertas las latas se volcó el contenido sobre un tamiz de uso domestico, y se mantuvo en reposo por diez minutos. Antes de cada determinación se homogeneiza el líquido.

Los ensayos se realizaron por triplicado, en diecinueve muestras de arvejas secas remojadas, de distintas firmas comerciales, siendo algunas de ellas, productos

secundarios de primeras marcas.

b) Densitometría. Picnómetro.

El picnómetro es un frasco de reducidas dimensiones con un tapón esmerilado y hueco, prolongado por un tubo delgado en el que se marca un punto de enrase (nivel del líquido). Este enrase sirve para fijar un volumen constante.

El método más común para determinar la densidad de un líquido consiste en encontrar la masa del mismo que ocupa un volumen conocido, definido por el recipiente.

Recipientes de distintas formas son usados para definir un dado volumen, de modo que las operaciones de llenado y pesada de los mismos resulten convenientes.

Los picnómetros son recipientes hechos, preferentemente, de vidrio de bajo coeficiente de dilatación (Pirex o cuarzo), lo cual permite tener un volumen aproximadamente constante en un amplio rango de temperaturas.

En general, usando picnómetros se obtienen densidades relativas. El método de medición es indirecto y está basado en la comparación de masas.

El picnómetro que se utilizó es marca Blaubrand de vidrio borosilicato 3.3. DIN ISO 3507, tipo Gay-Lussac. Picnómetros ajustados por contenido 'In'. Tapón NS 10/19 con capilar. Extremo superior del tapón esmerilado y pulido.

En efecto el picnómetro vacío tiene una masa m_p y lleno de agua tiene una masa m_1 , la masa de agua contenida en el picnómetro será:

$$M_{\text{agua}} = m_1 - m_p$$

Si en lugar de agua se coloca el líquido cuya densidad se desea conocer, cuidando que el volumen sea el mismo que el de agua, el picnómetro con este líquido tendrá una masa m_2 , la masa del líquido contenida en el picnómetro será:

$$M_{\text{líquido}} = m_2 - m_p$$

La densidad relativa del líquido será:

$$\frac{P_{\text{líquido}}}{P_{\text{agua}}} = \frac{\frac{M_{\text{líquido}}}{V_{\text{líquido}}}}{\frac{M_{\text{agua}}}{V_{\text{agua}}}}$$

Y como los volúmenes son iguales:

$$P_{\text{líquido}} = P_{\text{agua}} \frac{M_{\text{líquido}}}{M_{\text{agua}}}$$

c) Viscosímetro de capilar

La viscosidad puede imaginarse como el rozamiento interno de un fluido. A causa de la viscosidad es necesario ejercer una fuerza para obligar a una capa de líquido a deslizarse sobre otra, o para obligar a una superficie a deslizarse sobre otra cuando hay

una capa de líquido entre ambas. Si un fluido es sometido a una fuerza fluye, es decir, sufre una deformación y disipa esa energía de deformación como calor. La energía disipada es característica de cada fluido y se puede evaluar como viscosidad.

El valor de la viscosidad depende de varios factores: constitución físico-química del fluido, temperatura, presión y tiempo.

El viscosímetro de capilar se basa en el empleo de la ley de Poiseuille.

d) Ley de Poiseuille:

Consideremos un fluido real que circula por un conducto cilíndrico de radio R y longitud L en flujo estacionario y laminar. En estas condiciones el fluido se moverá con velocidad constante a causa de la diferencia de presión entre ambos extremos, P_1 y P_2 .

La ley de Poiseuille da el caudal C del fluido que circula por el tubo, este es:

$$(1) \quad C = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot (P_1 - P_2)}{8 \cdot L \cdot \eta}$$

Donde η es el coeficiente de viscosidad del fluido.

Para efectuar la medición de la viscosidad aplicando la ley de Poiseuille se utiliza el viscosímetro de Ostwald.

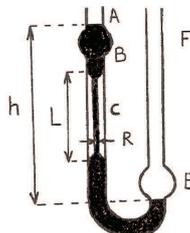
Su forma es la de un tubo en U cuya rama izquierda consta de un bulbo con dos enrrases A y B. debajo del mismo se encuentra un capilar de radio R y longitud L . La rama derecha posee un bulbo E. Con este dispositivo se mide el tiempo t que tarda en pasar por el capilar el volumen V contenido entre los enrrases A y B.

El líquido se coloca por la rama F y debe ser tal que cuando el líquido llegue al enrrase A debe quedar líquido al menos hasta la base del bulbo E. La medición se inicia cuando el líquido para por A y se lo detiene cuando llega a B.

La presión que hace descender el líquido es:

$$(2) \quad P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h$$

Donde ρ es la densidad del líquido, g es la aceleración de la gravedad y h es la altura del líquido en el viscosímetro.



Fuente: Química Física Práctica de Findlay B. P. Levitt.

Aplicando (1) y teniendo en cuenta que el caudal es volumen por unidad de tiempo obtenemos la siguiente relación entre el volumen contenido entre los enrrases A y B y el tiempo en que se escurre dicho volumen:

$$(3) \quad V = \frac{K \cdot \rho \cdot t}{\eta}$$

donde K es una constante propia del viscosímetro y vale:

$$K = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot g \cdot h}{8 \cdot L}$$

La determinación de la viscosidad midiendo el tiempo que tarda en escurrir por el viscosímetro un líquido de viscosidad η' conocida (por ejemplo agua destilada) y el líquido cuya viscosidad η se quiere determinar (leche). Por aplicación de (3) tendremos para cada caso:

$$\frac{V}{\eta} = \frac{K \cdot \rho \cdot t}{\eta} \quad \text{y} \quad \frac{V'}{\eta'} = \frac{K \cdot \rho' \cdot t'}{\eta'}$$

como ambos volúmenes son iguales, ya que lo fija el viscosímetro, se tiene que:

$$\eta = \eta' \cdot \frac{\rho \cdot t}{\rho' \cdot t'}$$

Técnica operatoria

1. Colocar agua destilada por la rama ancha del viscosímetro hasta un nivel que no sobrepase el extremo inferior del capilar C.
2. Aspirar por el extremo superior del tubo capilar, con ayuda de la propipeta, hasta que el nivel de agua sobrepase el engrase superior del bulbo (A). Colocar en el soporte y dejar fluir el agua.
3. Poner en marcha el cronómetro cuando la superficie libre de agua pase por el engrase superior A y detenerlo cuando pasa por el engrase inferior B. Se obtiene así el tiempo de escurrimiento t' , correspondiente al agua.
4. Repetir los mismos pasos para determinar el tiempo de escurrimiento t , del líquido (leche) cuyo coeficiente de viscosidad se quiere determinar.
5. Determinar las densidades de ambos líquidos y calcular el coeficiente de viscosidad.

Tensión superficial. Estalagmómetro de Traube.

El método consiste en determinar el número de gotas que escurren volúmenes iguales de agua destilada y del líquido cuyo coeficiente de tensión superficial se quiere determinar (leche). En este trabajo práctico reemplazamos el estalagmómetro de Traube por una pipeta aforada de pequeño volumen (1 o 2 ml.).

Sean:

$$P_L = \rho_L \cdot g \cdot V_L \quad \text{y} \quad P_a = \rho_a \cdot g \cdot V_a$$

De donde:

$$V_L = \frac{P_L}{\rho_L \cdot g} \quad \text{y} \quad V_a = \frac{P_a}{\rho_a \cdot g}$$

y como:

$$P = \gamma \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \quad \text{y} \quad V_L = V_a$$

Trabajando algebraicamente se arriba a la siguiente expresión:

$$\gamma_L = \gamma_a \cdot \frac{N_a \cdot \rho_L}{N_L \cdot \rho_a}$$

Técnica operatoria

1. Determinar las densidades del líquido y del agua con un densímetro.
2. Contar el número de gotas de líquido que escurren de la pipeta, para un volumen V_L .
3. Contar el número de gotas de líquido que escurren de la pipeta, para un volumen V_a .
4. Determinar el valor del coeficiente de tensión superficial usando la expresión anterior.

Cálculos y resultados

Marca	Densidad g/cm ³	$\Delta\rho$	Viscosidad [cp]	$\Delta\eta$	Tensión superficial [dinas/cm ²]	$\Delta\gamma$
Arcor	0,860	0,005	1,4	0,1	56	3
La Banda	0,873	0,005	7,8	0,1	57	3
La Campag. (AF)	0,853	0,005	2,0	0,1	60	3
La Egipciana	0,838	0,005	1,2	0,1	59	3
Primma Rosa	0,828	0,005	1,3	0,1	61	3
Ciudad del Lago	0,867	0,005	1,1	0,1	66	4
Versalles	0,853	0,005	1,8	0,1	63	3
Marolio	0,840	0,005	1,7	0,1	61	3
Arcor exp.	0,858	0,005	1,9	0,1	66	4
Carrefour	0,858	0,005	2,2	0,1	63	3
La Campagnola	0,865	0,005	3,8	0,1	67	4
Escudo de Oro	0,855	0,005	2,1	0,1	66	4
Bonduelle	0,868	0,005	2,6	0,1	55	3
Alto Pavón	0,865	0,005	2,5	0,1	60	3
Línea Verde	0,870	0,005	2,4	0,1	68	3
Noel	0,863	0,005	2,3	0,1	66	3
Frontón	0,851	0,005	2,6	0,1	63	3
M&K	0,863	0,005	1,9	0,1	58	3
Inalpa	0,870	0,005	2,0	0,1	61	3

La temperatura de trabajo fue de 20 °C

Promedios

Los promedios obtenidos fueron los siguientes:

- Densidad: $[0,858 \pm 0,005]$ g/cm³
- Viscosidad: $[2,0 \pm 0,1]$ cp (No se consideró en el cálculo el dato obtenido para la marca “La Banda”)
- Tensión superficial: $[61 \pm 3]$ dinas/cm²

Conclusión

Se encontraron diecinueve marcas distintas en el mercado local, todas de industrias argentinas, salvo Bonduelle, que es de origen francés.

Se realizaron las determinaciones de densidad, viscosidad y tensión superficial por los métodos antes expuestos.

Del precedente análisis se concluye que: la densidad del líquido de cobertura de arvejas secas remojadas oscila entre $[0,828; 0,873]$ g/cm³ siendo el error del método de 0,6 por ciento.

La viscosidad del líquido de cobertura de arvejas secas remojadas oscila entre $[1,1; 3,8]$ cp siendo el error del método del 5 por ciento.

La tensión superficial del líquido de cobertura de arvejas secas remojadas oscila entre $[55; 67]$ dinas/cm² siendo el error del método del 5 por ciento.

El porcentaje de error en los métodos de viscosidad y tensión superficial es significativamente mayor que en el método densitométrico. Esto puede deberse a que en la preparación del líquido de cobertura para las determinaciones, el mismo no se centrifugó.

Recibido: 08/06/12. Aceptado: 12/11/12.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society for Microbiology 2000. A. Survey of Handwashing Behavior. www.washup.org/Cc-hand.ppt
- Brennan J. G, Butters J. R, Cowell N. D, Lilly A. E. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 1.998
- Burriel, Lucena, Arribas, Hernández- *Química Analítica*. Ed. Paraninfo. 1.994
- Chang R., *Química*. Cuarta edición. Primera edición en Español. McGraw Hill/ Interamericana de México S. A. 1.997
- Fellows, P. *Tecnología del procesado de alimentos. Principios y prácticas*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 1.994
- Fennema O. R. *Química de los alimentos*. Segunda edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 2.000
- Findlay Alexander, Levitt B.P. *Química Física Práctica de Flinday*. Reverté S. A. Barcelona, España. 2.001
- Gema. *Conservas*-. Dos Tintas Editores S.R.L. Buenos Aires. Argentina. 2.005
- Gettys W. E. y otros, *Física Clásica y Moderna*, MacGraw- Hill/ Interamericana de España S.A. 1.998
- Herrson, A.C. Hulland E:D. *Conservas Alimenticias*. Editorial Acribia S. A Zaragoza, España. 1.995

Determinación de propiedades físicas del líquido de cobertura de arvejas enlatadas

- Lima J. -ICMSF, *Ecología microbiana de los alimentos*, Vol I, Ed. Acribia, 1980
- Ordóñez J. A, Cambero M. I, Fernandez L, García M. L, González García de Fernando, De la Hoz L, Selgas M. D. *Tecnología de los alimentos*. Volumen 1. *Componentes de los alimentos y procesos*. Editorial Síntesis. 1.989
- Organización Mundial de la Salud. Surveillance programme for control of foodborne Infections and Intoxications in Europe. 7th Report. Spain. 1.993-1.998. www.who.int/HT/food_safety.htm.
- Ranken M. D. *Manual de industrias de los alimentos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 1.993
- Skoog, West- *Química Analítica*. 4^o edición. Ed. Interamericana. 1.989
- Villavecchia V., *Química Analítica Aplicada*, Tomo I y II, Segunda Edición. Editorial Gustavo Pili S. A. Barcelona. 1.975
- www.anmat.gov.ar/codigoa
- www.sciencemag.org