
Estudios de Caracterización de Aceites Usados en Frituras para ser Utilizados en la Obtención de Jabón

Patricia M. Albarracín¹, Fernanda Colqui Garay¹, Verónica Di Bacco¹, Mariela González¹, María L. Tereschuk¹, Susana Chauvet¹ y Hugo D. Genta¹⁻²

¹ Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología Universidad Nacional de Tucumán
² Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán

Resumen

La industria de alimentos emplea desde hace años, aceites vegetales para procesos de cocción o frituras. Terminado el proceso, el aceite quemado se desecha a drenajes sin recibir un tratamiento previo. Al no contar con alternativas del uso o reciclaje de los aceites empleados, estos terminan vertidos como desechos. Como medio de ofrecer una solución a esta problemática, se estudiaron las características de los aceites comestibles usados para ser reciclados y utilizados como materia prima en la fabricación de jabón. Se utilizó con este fin la determinación de los índices de acidez y de saponificación en seis muestras de aceites comerciales: tres de maíz y tres de girasol, las cuales se sometieron a procesos de frituras y se compararon con los valores obtenidos de los mismos aceites sin uso. Los datos se sometieron a análisis estadístico Prueba t para medias de dos muestras aparejadas y mostraron diferencias significativas superiores a 5% entre aceites usados y aceites sin uso. Como conclusión podemos decir que aunque los índices analizados resultan diferentes en las muestras de aceites usados y sin uso, podría proponerse a los aceites usados en formulaciones de mezclas con otras grasas hasta obtener una materia prima para elaboración de jabón.

Palabras clave: alimentos, cocción, fritura, industria, reciclaje.

Studies on Oil Characterization Used in Fried Foods for its Use in Soap Production

Abstract

The food industry employed since years ago, vegetable oils for cooking and fried processes. When the process is finished, burned oil is removed to drainages without receiving a previous treatment. As there are no usage or recycling alternatives for the oil used, the latter ends up poured as waste. The features of edible oils were studied for their recycled use in soap production. Indexes of acidity and saponification were measured on six samples of commercial oils: three of corn and three of sunflower, which were acted upon by fried food processes and were compared with the values obtained from the same oils without previous use. Statistical analysis Tests t on averages of two samples showed significant differences -over 5%- among used oils and oils without use. As a conclusion we can state that although the analyzed indices are different in the oil samples (either used or not), such oils could be proposed to be used in formulations of mixtures with other fats until obtaining a raw material for soap production.

Key words: cooking food, fried food, industry, recycling.

Introducción

Durante años en la industria de alimentos se han empleado los aceites vegetales para llevar a cabo procesos de cocción o de frituras. Una vez terminado el proceso, todo el aceite quemado es desechado a los drenajes sin que se le haya dado un tratamiento previo. Un litro de aceite convierte 1 millón de litros de agua potable en agua inutilizable y esto es debido a que el aceite flota sobre el agua y es muy difícil de eliminar, **Fennema** (1993).

Este problema es ocasionado no solo por la actividad comercial sino por la domiciliaria, ya que en todos los hogares se generan aceites usados, que por los pequeños volúmenes y su dispersión, no pone en evidencia el problema.

Esto contribuye diariamente a la contaminación ya que no existe un mecanismo para la recolección de estos residuos.

En Tucumán se agrava la situación, ya que es habitual el consumo de milanesas fritas, lo que hace que el problema este distribuido en bares y kioscos de barrios que venden estos productos y que no disponen de mecanismos para la eliminación de los residuos de aceites, **INDEC** (1992 y 1997)

En algunos casos a estos aceites usados, que contienen gran cantidad de compuestos oxigenados (epóxidos) dañinos para la salud de las personas, se los revende como aceites comestibles para panaderías lo que genera un problema grave de contaminación de los productos que van directo al consumidor.

Al no contar con una alternativa en el uso o reciclaje de los aceites empleados, estos terminan vertidos como desecho.

El objetivo de este trabajo es estudiar las características de los aceites comestibles usados para ser utilizados en la fabricación de jabón como método de reciclado de los mismos.

Los aceites, comúnmente utilizados en la saponificación, como son los de coco, de palma, marinos, de oliva, de cacahuete, de maíz, o de girasol, se utilizan combinados con las grasas ordinarias. En general se usan para jabones especiales con propiedades distintas a las de los jabones comunes. Estos productos no tienen mucha salida debido a que son muy caros por

las materias primas utilizadas, **Abud** (2006). Teniendo en cuenta estas características, se considera interesante proponer utilizar aceites

comestibles usados para la fabricación de jabón y lograr abaratar costos de producción.

Metodología

1. Se trabajó con seis muestras de aceites comestibles comerciales, que fueron seleccionadas en supermercados locales, como de mayor aceptación por parte de la población, **INDEC** (1997). Estas muestras fueron tres de aceites de maíz y tres de aceites de girasol.
2. Las muestras se estudiaron como:
 - A - Aceites sin uso
 - B - Aceites usados. Estos fueron sometidos a 2 procesos de frituras de milanesas de 60 minutos para ser considerados aceites usados, luego fueron enfriados y filtrados para eliminar los residuos sólidos.

En las muestras de aceites sin uso y aceites usados se determinó índice de acidez e índice de saponificación, según técnicas de **AOCS** (1993). Las determinaciones se realizaron por triplicado en todos los casos.
3. Acidez libre: es el contenido de ácidos grasos libres de una sustancia grasa expresada como gramos de ácido oleico por 100 g de muestra
4. Índice de saponificación: saponificar una grasa es desdoblarla en sus dos componentes (ácido y alcohol), los componentes de las grasas que no desdoblan se llaman insaponificables. El índice de saponificación expresa el peso en mg de potasa cáustica necesarios para saponificar un gramo de grasa.

Índice de acidez

Existen dos formas de expresar la acidez de un aceite:

- Grado de acidez: es el porcentaje de los ácidos libres contenidos en el aceite. En los aceites vegetales se expresa como si todos los ácidos libres fueran ácido oleico ($C_{18}H_{34}O_2$). Salvo otra indicación, la acidez se expresa en g de ácido oleico por 100 g de grasa (%m/m).

- Índice de acidez: expresa el número de mg de hidróxido potásico necesarios para neutralizar un g de grasa o aceite.

Consiste en la realización de una valoración ácido-base. Basados en una reacción de neutralización, es posible determinar la concentración de un ácido conociendo la concentración de una base, **Hollingsworth** (2001).

Se pesaron 5 g de muestra y se disolvieron en 50 ml de mezcla alcohólica neutralizada con solución de NaOH. Se tomaron 20 ml de esta mezcla y se valoraron con solución de NaOH. Se utilizó la siguiente fórmula para obtener el valor del grado de acidez:

$$\% \text{ác. Gr. libres} = \frac{V(\text{NaOH}) \cdot N(\text{NaOH}) \cdot \text{PM} \text{ác. oleico}}{M \text{ aceite}} \cdot 100 \quad (1)$$

Donde: N= Normalidad NaOH = 0.09212
 PM= Peso Molecular Ácido Oleico = 282
 M= masa en g de la muestra
 V(NaOH)= volumen gastado en cada valoración

El índice de acidez (i.a.) se calculó según la fórmula:

$$i.a = \% \text{ác. Grasos libres} \cdot 1,99 \quad (2)$$

Los valores se expresan como mg de KOH/g de grasa.

El proceso de saponificación se realiza por simple ataque con soluciones de KOH, calentando a baño maría y valorando posteriormente el exceso de reactivo que no ha reaccionado con HCl. La cantidad de KOH gastado en la saponificación para formar las sales alcalinas de los ácidos grasos depende de la naturaleza y proporción de los ácidos grasos existentes en la grasa. Cuanto menor sea el peso molecular de los ácidos que forman la grasa, mayor será la cantidad de KOH necesario para verificar la saponificación.

En consecuencia, de su valor se puede deducir la cantidad de ácidos totales, tanto libres como combinados.

Se pesaron 1 a 2 g de muestra y se añadió 25 ml de la solución alcohólica de KOH. Se agitó suavemente en baño maría unos 30 minutos y se dejó enfriar. Se valoró con solución de HCl utilizando fenolftaleína hasta decoloración total.

Conociendo los volúmenes gastados en las valoraciones es posible calcular el índice de saponificación:

1 - Para la muestra:

$$N(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = N(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH}) \rightarrow N(\text{KOH})_m \quad (3)$$

2 - Para el blanco:

$$N(\text{KOH})_b = \frac{N(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{KOH})} \quad (4)$$

Por diferencia entre estos dos valores y conociendo su valencia se podrá calcular la concentración de KOH libre, luego:

$$M(\text{KOH})_{\text{libre}} = N(\text{KOH})_{\text{libre}} \quad (5)$$

Conociendo el peso molecular del KOH (56,11 g/mol), el volumen inicial añadido (25 ml) y la cantidad de grasa inicial (2 gramos) se puede calcular el índice de saponificación mediante la ecuación:

$$i.s = \frac{N(\text{KOH})_{\text{libre}}[\text{mol/l}] \cdot 56,11 [\text{g/mol}] \cdot 0,025 [\text{l}] \cdot 1000[\text{mg/g}]}{P[\text{g}]}$$

$$= [\text{mg KOH/g}] \quad (6)$$

Se llega al mismo resultado aplicando la fórmula:

$$i.s = \frac{56,11 \cdot N \cdot (V-V')}{P} \quad (7)$$

donde:

- N: normalidad del HCl.
- V: volumen en ml gastados en el blanco.
- V': volumen en ml gastados en la muestra.
- P: peso en g de la muestra.

Teniendo en cuenta que la normalidad obtenida del HCl fue de 0.5334N y el volumen del mismo gastado para el ensayo del blanco fue de V=20,3 ml, se realizó el cuadro con los valores para el cálculo y los resultados.

Resultados y discusión

Los datos obtenidos de las tres muestras por triplicado fueron promediados y se les asignó la

nomenclatura siguiente: aceites sin uso como "1" y aceites usados "2".

Se sometieron estos valores a análisis estadístico de Prueba t para medias de dos muestras aparejadas, bajo la hipótesis nula de $\mu_D=0$ e hipótesis alternativa $\mu_D \neq 0$ para un nivel de significación del 5%, cuyos resultados se informan en la tabla 1:

Tabla 1

Aceite	Maiz 1	Maiz 2	Girasol 1	Girasol 2
Grado de acidez (g de ácido oleico por 100 g de grasa, % m/m)	0,208	0,292	0,702	0,977
	0,307	0,445	0,685	0,993
	0,285	0,419	0,623	0,916

El análisis estadístico arroja un valor del estadístico t de -6.8, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Demostrándose que el grado de acidez en las muestras de aceite de maíz sin uso (1) y usados (2) son diferentes a un nivel de significación α de 5%, lo cual coincide con **Romero** (2000).

Usando la misma prueba estadística las muestras de aceite de girasol sin uso (1) y usados (2) arrojaron un valor del estadístico t de -30,6, por lo que se concluye que el grado de acidez en las muestras de aceite de girasol sin uso (1) y usados (2) son diferentes a un nivel de significación α de 5%, tabla 2:

Tabla 2

Aceite	Maiz 1	Maiz 2	Girasol 1	Girasol 2
Índice de acidez (mg de KOH por g de grasa)	0,413	0,581	1	1,944
	0,611	0,886	1,363	1,976
	0,567	0,834	1,239	1,822

En relación al Índice de acidez el análisis estadístico ha arrojado los valores del estadístico t de -6.9 y -30.5 para maíz y girasol respectivamente, por lo que se puede concluir que hay diferencias en las muestras de aceite sin uso (1) y usados (2) a un nivel de significación de 5%, lo cual coincide con **Xu** (2000), tabla 3:

Tabla 3

Aceite	Maiz 1	Maiz 2	Girasol 1	Girasol 2
Índice de saponificación (mg de KOH/g de grasa)	111	133	148	163
	114	128	133	148
	120	138	140	161

En relación al Índice de saponificación el análisis estadístico ha arrojado los valores del estadístico t de -7.7 y -8.5 para maíz y girasol respectivamente, por lo que se puede concluir que hay diferencias en las muestras de aceite sin uso (1) y usados (2) a un nivel de significación de 5%. Según datos bibliográficos se registran los siguientes valores en mg KOH/g grasa: 134 para el aceite de girasol y 136 para el de maíz, donde por comparación con los anteriores este último es el que más se aproxima al requerido para la materia prima de jabón.

Conclusiones

Aunque los valores analizados nos muestran diferencias significativas para aceites sin uso y usados consideramos que podría usarse estos aceites residuos de frituras para la obtención de jabón puesto que si una grasa tiene uno de estos valores muy por debajo o por encima de lo deseado habría que combinarla con otra que tenga valores opuestos para promediar. Y así podría realizarse un adecuado proceso de saponificación. Se cree que como complemento de estos estudios debería estudiarse los índices de yodo para asegurar la estabilidad del jabón a obtener y que el mismo no sufrirá un proceso de enranciamiento prematuro.

Referencias

Abud, L. (2006) *El libro de jabones*. Albatros, Argentina.

AOCS (1993) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 3th edition, Champaign, Illinois.

Fennema, Owen R. (1993) *Química de los Alimentos*. Acribia S.A.

Hollingsworth P. (2001) "Margarine: the over the top functional food", *Food Technology*, pp. 55- 59.

<http://www.innatia.com/s/c-quimica-jabon/a-indice-de-saponificacion.html>, consultada el 15 de julio de 2009.

INDEC (1992) Cantidades Consumidas. Encuesta de Gastos e Ingresos de Hogares. Serie de Estudios N° 20, Buenos Aires.

INDEC (1997) Cantidades Consumidas. Encuesta de Gastos e Ingresos de Hogares. Serie de Estudios N° 21, Buenos Aires.

Romero, A., Cuesta, C., Sanchez Muniz, F. J. (2000) Cyclic fatty acid monomers and thermoxidative alteration compounds formed during frying of frozen foods in extra virgin olive oil. *J. Am. Oil Chemists'Soc.*, 77 (11), pp. 1169-1175.

Xu X.Q. (2000) A new spectrophotometric method for the rapid assessment of deep frying oil quality. *J. Am. Oil Chemists'Soc.*, 77 (10), pp. 1083-1086.

Este artículo se escribió en el 2º semestre de 2009 en el Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

Patricia María Albarracín

Ingeniero Azucarero, graduado de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT y Especialista en Ingeniería Ambiental de la Facultad Regional Tucumán, UTN. Profesor Adjunto de Química Orgánica de FACET, UNT, Capacitadora del Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán. Director del Programa CIUNT "Caracterización y procesamiento de compuestos de interés industrial para su aplicación en alimentos", Director del Proy. "Análisis de lípidos obtenidos por esterificación enzimática y su aplicación en industrias agroalimentarias", 2008-2012, de Química Orgánica, Dpto. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de FACET, UNT. Directora del Proyecto PFIP Convocatoria 2008: "Obtención de jabón a partir del reciclado de aceites comestibles usados", Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, en vigencia.
palbarracin@herrera.unt.edu.ar

María Fernanda Colqui Garay

Estudiante avanzado de Licenciatura en Biotecnología"- Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia-U.N.T. Agregado estudiantil de la cátedra Química Analítica II -Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia – Año 2006.

Pasante de Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres desde enero de 2010. Miembro del Proyecto "Análisis de lípidos obtenidos por esterificación enzimática y su aplicación en industrias agroalimentarias", CIUNT período 2008-2012, que se desarrolla en Química Orgánica, Dpto. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT.

Verónica Di Bacco

Estudiante avanzado de Ingeniería Química - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - U.N.T. Miembro del Proyecto "Análisis de lípidos obtenidos por esterificación enzimática y su aplicación en industrias agroalimentarias", CIUNT período 2008-2012, que se desarrolla en la Cátedra de Química

Orgánica, Dpto. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT .

Mariela González

Licenciada en Química de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT. Es Jefe de Trabajos Prácticos por Concurso de la Cátedra Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT. Codirectora de la Beca de Investigación Estudiantil "Estudio de la actividad biológica de propóleos y de modelos bioactivos relacionados para su aplicación en tecnología alimentaria". Integrante del Programa "Caracterización y procesamiento de compuestos de interés industrial para su aplicación en alimentos", CIUNT período 2008-2012, que se desarrolla en la Cátedra Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT. Como doctorando en el tema "Influencia de agentes externos sobre algunos compuestos bioactivos presentes en propóleos", disertó en numerosas Instituciones nacionales e internacionales.

Ha publicado 20 trabajos de investigación en revistas nacionales e internacionales. Realizó estancias de investigación sobre el tema "Propóleos" en renombrados centros nacionales y en Brasil y Cuba. Asistió a numerosos cursos de especialización y de postgrado nacionales e internacionales. Obtuvo dos becas del CIUNT. Es directora de dos proyectos de Voluntariado Universitario subsidiados por la SPU en el tema de "Adiestramiento en alimentación higiénica y saludable para familias de pocos recursos económicos". Presentó 45 trabajos de investigación en Congresos Científicos nacionales e internacionales.

María Laura Tereschuk

Farmacéutica y Doctora en Bioquímica graduada en la UNT. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Química Orgánica de la FACET-UNT. Fue docente de la Facultad de Ciencias Naturales-UNT e Instituto Miguel Lillo. Integrante del Programa "Caracterización y procesamiento de compuestos de interés industrial para su aplicación en alimentos" y del proyecto "Estudio de sistemas de compuestos bioactivos y elaboración de modelos aplicables en tecnología alimentaria", del CIUNT-UNT.

Codirectora de tesinas de grado y coordinadora de pasantías AUGM escala docente 2009.

Ha publicado trabajos de investigación y docencia en revistas nacionales e internacionales. Dictó conferencias en Uruguay y Brasil. Asistió a cursos de especialización y de postgrado nacionales e internacionales.

Obtuvo becas del CIUNT-UNT, Asociación Universidades Grupo Montevideo (AUGM), Instituto Sueco, CABBIO y posdoctorales AUGM escala docente.

Presentó trabajos de investigación en Congresos Científicos nacionales e internacionales y es Miembro Titular de la Sociedad Científica.

Áreas de especialidad: Actividad biológica, separación e identificación de metabolitos secundarios de origen vegetal y microbiano. Flavonoides.

Susana Berta Chauvet

Ingeniero Químico, Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Especialista en Ingeniería Ambiental y certificado como Quality Engineer.

Profesor Asociado interino en Gestión de la Calidad de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT. Director del Proyecto de Investigación Mejora Continua de Sistemas Productivos y de Gestión en Organizaciones de la Cadena Alimentaria del CIUNT. Evaluador de la Coneau.

Ha publicado numerosos trabajos de investigación y extensión y ha participado activamente en Congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales.

Ha desarrollado actividades de extensión y vinculación en el área de Gestión de la calidad, inocuidad alimentaria y medio ambiente diseñando sistemas de gestión logrando alcanzar la certificación de los mismos.

Ha desarrollado una intensa actividad de capacitación en empresas del medio en temas vinculados a las BPM, sistemas de gestión de calidad, inocuidad alimentaria, ambiental, estadística aplicada y otros.

schauvet@herrera.unt.edu.ar

Hugo Dante Genta

Bioquímico y Doctor en Bioquímica, graduado de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT. Es Profesor Adjunto Regular por Concurso de la Cátedra de Histología Normal y Elementos de Histopatología de la citada facultad. Codirector del Programa "Caracterización y procesamiento de

Patricia M. Albarracín, Fernanda Colqui Garay, Verónica Di Bacco, Mariela González, María L. Tereschuk, Susana Chauvet y Hugo D. Genta

compuestos de interés industrial para su aplicación en alimentos", dirigido por la Ing. Patricia María Albarracín y Director del Proyecto "*Estudio de sistemas de compuestos bioactivos y elaboración de modelos aplicables en tecnología alimentaria*", CIUNT período 2008-2012, que se desarrolla en la Cátedra de Química Orgánica, Dpto. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT.

Ha publicado 36 trabajos de investigación y docencia, en revistas nacionales e internacionales y dictó conferencias en Japón y Cuba. Asistió a numerosos cursos de especialización y de posgrados nacionales e internacionales. Obtuvo becas del CONICET, UNT y Universidades del NOA y posdoctorales del Gobierno Japonés, la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y del Ministerio de Cultura y Educación de la R. Argentina. Presentó 44 trabajos de investigación en Congresos Científicos nacionales e internacionales y es Miembro Titular en dos Sociedades Científicas.