

Extracción y cuantificación de grasa en hamburguesas comerciales

Alumnos: Michaela Grampone - Natali Rocha

Asignaturas: Química General II - Química Orgánica
- S.O.L. II

Grupo: 2° BG

Año: 2018

Índice

Resumen	3
Introducción	3
Objetivos	3
Pregunta Investigable	3
Hipótesis	3
Marco teórico	4
Ácidos Grasos	5
Extracción Soxhlet	6
Destilación Simple	7
Índice de acidez	7
Materiales	9
Sustancias y soluciones	10
Técnica	10
Extracción por Soxhlet	10
Índice de Acidez	10
Preparación de patrón secundario	11
Índice de acidez	11
Resultados	11
Patrón secundario	11
Porcentaje de Grasa	12
Schneck	12
Burgy	12
La Dolfina	13
Índice de acidez	14
Schneck	14
Burgy	16
Promedio valores Burgy	18
Hamby	18
Promedio valores Hamby	20

Discusión	20
Conclusión	21
Perspectiva	21
Bibliografía	22
Anexos	23
Anexo 1 (A)	23
Anexo 1 (B)	23
Anexo 2	23
Anexo 3: Observaciones	23
Anexo 4: Medidas de seguridad	24
Hidróxido de potasio	24
Etanol	24
Agua destilada	25
Fenolftaleína	25
Biftalato de potasio	25
Éter de petróleo	25
Anexo 5: Propiedades del Éter de Petróleo	26
Anexo 6: Encuesta realizada a un total de 102 personas:	27

Resumen

El proyecto consistió en la cuantificación de la grasa que contienen las hamburguesas de las marcas “Schneck”, “Burgy” y “La dolfina”; también se determinó del índice de acidez de las grasas extraídas de las marcas “Schneck”, “Burgy” y “Hamby”. La idea de estudiar las hamburguesas surgió porque, en la época que vivimos se puede observar que algunas personas no poseen el tiempo necesario para preparar comidas elaboradas y acuden a opciones rápidas como lo son las hamburguesas, en la encuesta realizada a 102 personas pudimos observar lo dicho anteriormente y que la marca de preferencia es “Schneck” en un 70,6 % . La pregunta investigable es: “¿Cómo varía el porcentaje (%) de grasa y el índice de acidez de la misma, según la marca de la hamburguesa estudiada (“Hamby”, “Schneck”, “Burgy” y “La dolfina”) ?” y se contestó a través de la extracción de la grasa de las hamburguesas por el método de separación sólido-líquido en equipo Soxhlet y la determinación del índice de acidez mediante valoraciones ácido-base. Se llegó a la conclusión de que las hamburguesas secas (sin agua) poseen una concentración de grasa en “Burgy” del 26,27 %, en “Schneck” del 7,79 %, en “La dolfina” del 29,51 % ; y el índice de acidez de las grasas extraídas, expresado en miligramos (mg) de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar un gramo de grasa, en “Burgy” 1,57 mg , en “Schneck” 1,17 mg y en “Hamby” 1,22 mg.

Introducción

Los seres humanos necesitan de muchos factores para vivir, entre ellos se encuentra la alimentación. Actualmente las personas disponen de poco tiempo para preparar comidas elaboradas y acuden a las comidas “rápidas” y “sencillas” como lo son las hamburguesas. Es por esto que decidimos enfocar nuestro proyecto a la cuantificación de grasas en hamburguesas de distintas marcas usando en método de extracción Soxhlet y la determinación del índice de acidez de las mismas por medio de valoraciones ácido-base.

Objetivos

- Cuantificar las grasas presentes en hamburguesas de distintas marcas por el método de extracción Soxhlet.
- Determinar el índice de acidez de las grasas obtenidas por medio de valoraciones ácido-base.

Pregunta Investigable

¿Cómo varía el porcentaje (%) de grasa y el índice de acidez de la misma, según la marca de la hamburguesa estudiada (“Hamby”, “Schneck”, “Burgy” y “La dolfina”) ?

Hipótesis

- Las hamburguesas más caras tendrán menos porcentaje de grasa que las más baratas ya que la grasa tiene un menor precio que la carne.
- El índice de acidez de las más baratas será superior al de las más caras debido a la calidad.

Marco teórico

Las hamburguesas son mezclas de carne molida a la que se le agrega alguna sustancia que actúa como ligante (huevo, pan rallado). Estas surgieron a raíz de que algunas carnes de mala calidad no podían consumirse en porciones grandes, por lo tanto se cortaban las mismas en trozos muy pequeños. Al surgir la máquina de picar carne se comenzó a producir en gran cantidad pudiéndose agregar grasas y otros tejidos.

Marca	Precio (\$) (por paquete) ¹	Porciones por Envase	Masa por porción (g)	% de grasa ²	Imagen
Schneck	50	2	83,5	19	
Burgy	19	3	50	20	
Hamby	55	2	83,5	19,2	
La Dolfina	18	3	75	20	

Tabla 1- Hamburguesas Estudiadas.

Las hamburguesas son fáciles de digerir, tienen un costo bajo³, son fáciles de preparar, son ricas en proteínas, en hierro y vitaminas. Tienen valores nutricionales similares a la carne de origen bovino ya que en general están hechas de ese tipo de carne, sin embargo las cantidades de grasa en las hamburguesas son superiores que en las carnes sin procesar. Además poseen un contenido elevado en colesterol, por este motivo no se recomiendan en personas que padecen de colesterol elevado, gota o hiperuricemia.

¹ Precio al que se obtuvieron los productos para esta práctica

² Datos del envase

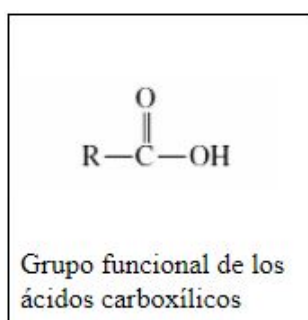
³ Las hamburguesas son relativamente baratas entre las comidas rápidas.

Valores nutricionales extraídos del envase de la marca “Schneck”			
Información nutricional	Cantidad por 100 g	Cantidad por porción	% VD (*)
Valor energético (kcal/kJ)	243/1021	203/853	10
Carbohidratos (g)	0	0	0
Proteínas (g)	18	15	20
Grasas totales (g)	19	16	29
Grasas saturadas (g)	8.4	7	32
Grasas trans (g)	0.6	0.5	-
Grasas monoinsaturadas (g)	8.9	7.4	-
Grasa poliinsaturadas (g)	0.4	8.3	-
Colesterol (mg)	106	89	-
Fibra alimentaria (g)	0	0	0
Sodio (mg)	667	557	23
(*) % Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ.			

Tabla 2 - Valores nutricionales de “Schneck”

Como se mencionó antes, las hamburguesas tienen sustancias que ayudan a dar estructura, entre ellas está la grasa. Esta es la principal fuente de energía en el ser humano ya que cada gramo genera 9 kcal (más de lo que generan los carbohidratos y proteínas por tener una cadena de carbonos más larga). Además da textura a los alimentos y es un saborizante: el contenido de grasa de muchos alimentos contribuye al buen sabor. También puede servir como conservante.

Ácidos Grasos



Las grasas están formadas por triglicéridos, es decir, ésteres del glicerol y ácidos grasos. Estos últimos son ácidos carboxílicos (compuesto orgánico con al menos un grupo carboxílico) con una cadena de carbonos superior a 4. Estos pueden ser saturados (sin enlaces dobles), monoinsaturados (un enlace doble) o poliinsaturados (más de dos dobles enlaces). Se encuentran formando triglicéridos (ésteres con el glicerol). En las grasas predominan los saturados, ya que estos se ajustan a una red sólida (Ver Imagen 1). Los ácidos grasos saturados no se oxidan ya que el oxígeno rompe los dobles enlaces y los saturados no los poseen. Por esto

la grasa muchas veces es preferida antes del aceite.

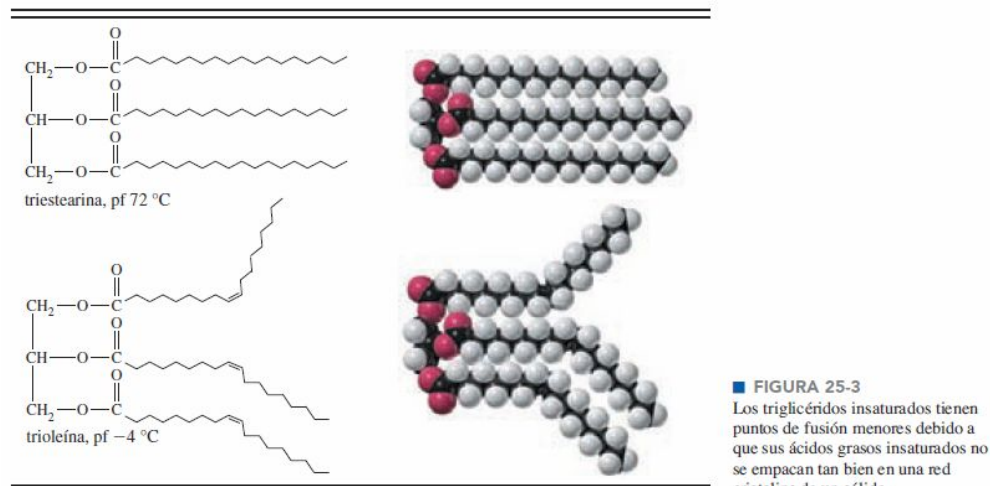


Imagen (1)

Las hamburguesas poseen ácidos grasos libres debido al proceso previo al envasado de las mismas, en dicho proceso se rompen los enlaces de algunos triglicéridos liberando los ácidos grasos que los constituyen. La existencia de ácidos grasos libres es proporcional a la calidad del producto, con el tiempo, los triglicéridos se descomponen, así que cuanto mayor sea la concentración de ácidos grasos libres más rancio será el producto.

Ácidos grasos presentes en los triglicéridos de las grasas en hamburguesa		
Ácidos grasos saturados	Ácidos grasos insaturados	Ácidos grasos poliinsaturados
Mirístico C14:0	Miristilénico C14:1 (n-5)	Linoleico C18:2 (n-6)
Pentadecanoico C15:0	Palmitoleico C16:1 (n-7)	Linoleico C18:3 (n-3)
Palmítico C16:0	Heptadecanoico C17:1 (n-9)	Araquidónico C20:4 (n-6)
Heptadecanoico C17:0	Oleico C18:1 (n-9)	Eicosapentanoico C20:5 (n-3)
Estearico C18:0	Vaccénico C18:1 (n-7)	Docosapentanoico C22:5 (n-3)
	Gadoleico C20:1 (n-9)	Docosahexanoico C22:6 (n-3)

Tabla 3 - Ácidos grasos presentes en las grasas de hamburguesa “Patty”.

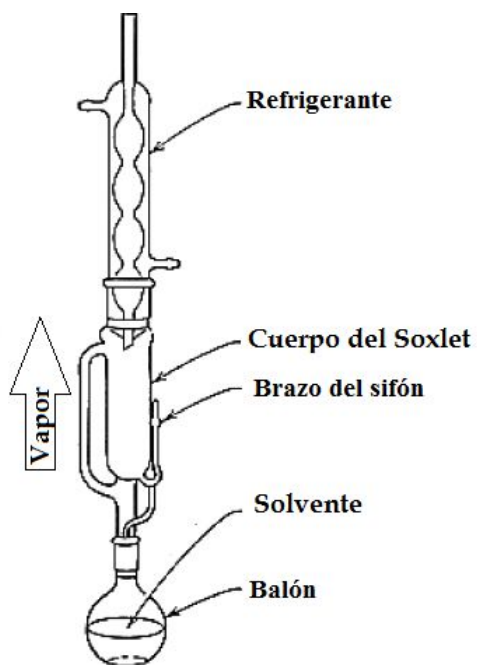
Para extraer las grasas de las hamburguesas se utiliza el método de separación sólido-líquido en el equipo Soxhlet.

Extracción Soxhlet

La extracción con el equipo Soxhlet se basa en separar un sólido de una mezcla por medio de la adición de un solvente en el que el sólido a extraer es más soluble que en la mezcla que se encuentra inicialmente. Se utiliza el equipo Soxhlet porque éste realiza muchas extracciones automáticamente utilizando el mismo solvente que evapora y condensa. Si se realizara este proceso manualmente se requeriría de muchas

filtraciones y se gastaría más producto y energía.

Consta de cuatro etapas: primero se coloca el solvente en un matraz de base redonda, Luego se realiza la ebullición del solvente para que ascienda al refrigerante. El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior. Una vez que el solvente cubre el cartucho por completo el sifón realiza la extracción depositandola nuevamente en el matraz de base redonda.



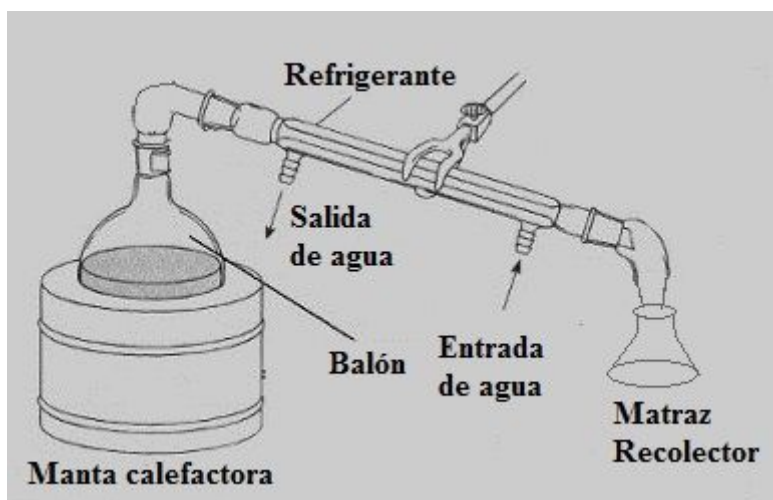
En este caso el sólido a separar es la grasa de las hamburguesas. Como solvente se utiliza éter de petróleo ya que tiene un punto de ebullición bajo y logra disolver la grasa (ver propiedades del solvente en anexo).

Una vez extraídas las grasas, estas deben separarse del solvente en el que están disueltas, mediante una destilación simple.

Destilación Simple

Es un método de separación de fases que sirve para extraer un solvente de impurezas no volátiles o de otros con un punto de ebullición diferente al del solvente que se quiere obtener.

Se coloca la muestra a destilar, en este caso usando el mismo balón de la extracción por Soxhlet, sobre una manta calefactora.



Índice de acidez

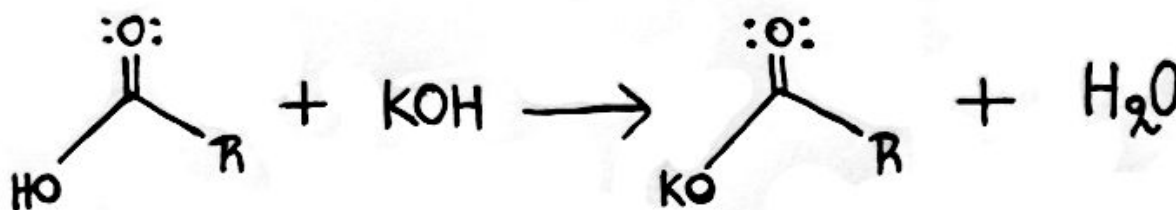
Los ácidos grasos libres que pueden encontrarse en las grasas se consideran impurezas ya que según la concentración de estos se determina la calidad del producto. El índice de acidez expresa la cantidad de estos ácidos grasos libres. Según Bromatología Uruguay se permite hasta un 0,5 % en las grasas refinadas y hasta

un 1 % en grasas vírgenes. En una hamburguesa se permite hasta un 20 % de grasa. ⁴

Se determina por medio de una valoración con hidróxido de potasio. El índice de acidez también se define como los “miligramos de hidróxido de sodio o potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en un gramo de aceite o grasa”. Este índice puede determinarse mediante una valoración ácido-base.

Las valoraciones son procesos que sirven para determinar la concentración en forma exacta de una solución comparándola contra un patrón al que si se le conoce la concentración y forma exacta. Los patrones pueden ser primarios o secundarios. Los primarios son sustancias sólidas de alta pureza y masa molar alta (para disminuir los errores). Para usarlo se debe secar en estufa (para eliminar el agua que pudo absorber) y dejar en un desecador. Los patrones secundarios son soluciones a las que se les puede conocer la concentración en forma exacta al compararlos contra un patrón primario.

Hay varios tipos de valoraciones, en este caso en una ácido-base. Los ácidos son sustancias capaces de ceder hidrogeniones y las bases son capaces de aceptarlos. En este caso se valoran los ácidos grasos libres en la grasa contra una solución patrón secundario de hidróxido de potasio:



Como patrón primario se utiliza biftalato de potasio:



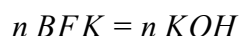
Según la estequiometría de cada reacción se busca que toda la base reaccione con todo el ácido y en base a medidas de volúmenes se hacen los cálculos. En una misma grasa pueden haber varios ácidos grasos diferentes. Como no se conoce exactamente cuales son los que participan en la reacción se usa la masa molar del ácido oleico (según bibliografía).

$$n\text{KOH} = n\text{AcOl}$$

$$M_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} = \frac{m_{\text{BFK}}}{MM_{\text{BFK}}}$$

⁴ Bromatología 2017

En el caso del patrón secundario:



$$M_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} = \frac{m_{\text{AcOI}}}{MM_{\text{AcOI}}}$$

Para saber en qué momento ocurre esta neutralización se utilizan indicadores: sustancias que cambian de color según el pH⁵, de modo que ante el primer exceso de un reactivo se nota un cambio de color y se toma ese momento como el punto final de la valoración. Por ejemplo la fenolftaleína: en un pH menor a 8 es incolora y en un pH mayor a 8 es rosada.

Debido a que las valoraciones buscan valores exactos se realiza el procedimiento hasta que se obtienen tres valores concordantes.

Para determinar si son concordantes puede usarse el Coeficiente de Variación (RSD), que se calcula:

$$RSD = \frac{s}{\bar{X}} \times 100 \quad s = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde X es el promedio de los valores y n la cantidad de valores.

Materiales

- Equipo Soxhlet
- Matraz de base redonda
- Capuchones para Soxhlet
- Manta calefactora
- Tubo refrigerante
- Matraces o vasos de bohemia
- Bureta de alcance 10,0 mL
- Pipeta aforada 10,00 mL
- Pipeta graduada de alcance 5,0 mL (x2)
- Matraz aforado de 100,00 mL
- Balanza analítica Senova
- Desecador
- Estufa
- Cristalizador o vidrio reloj
- Matraz aforado

⁵ El pH es una escala que expresa la concentración de hidrogeniones. Cuando hay la misma cantidad de hidrogeniones que de hidroxilos el pH es neutro.

Sustancias y soluciones

- Agua destilada
- Hamburguesas Schneck
- Hamburguesas Burgy
- Hamburguesas Hamby
- Hamburguesas La Dolfina
- Biftalato de potasio
- Eter de petróleo 30 - 65 °C
- Solución alcohólica de Fenolftaleína al 2 % m/V
- Hidróxido de sodio
- Etanol 96 %

Técnica

Extracción por Soxhlet

El porcentaje de grasa en las hamburguesas se determina por el método de separación sólido-líquido en equipo Soxhlet. Se deseca las muestras en la estufa durante media hora y posteriormente se realiza la extracción con éter de petróleo en el equipo Soxhlet durante 4 horas a goteo continuo (según técnica consultada). Una vez frío, se destila el solvente, éter de petróleo, utilizando el equipo de destilación simple, para luego realizar el estudio del índice de acidez y calcular el % de grasa.

A continuación se dará el procedimiento de la extracción.

1. Secar las muestras de hamburguesa en la estufa, aproximadamente 4,0 g.
2. Tomar 2,0 g de muestra en un capuchón, o en su defecto a un “sobre” de papel de filtro que retenga la muestra en el interior del Soxhlet, utilizando balanza analítica.
3. Armar el equipo Soxhlet
4. Colocar el solvente dentro del balón con piedras de ebullición, y calentarlo con manta calefactora entre 30 y 40 °C
5. Introducir el capuchón en el interior del equipo Soxhlet.
6. Tapar el balón con el equipo Soxhlet, el cual se conecta al condensador a reflujo
7. Proceder la extracción durante 4 horas.
8. Finalizada la extracción, dejar enfriar el equipo.
9. Destilar el solvente orgánico que contiene la grasa extraída, mediante destilación simple, para su separación.

Índice de Acidez

Para determinar el índice de acidez de la grasa se la hace reaccionar con hidróxido de potasio y, según las medidas de volumen de solución de hidróxido de potasio y la masa de grasa, se pueden realizar los cálculos (ver marco teórico).

Preparación de patrón secundario

1. Preparar 1 L de solución acuosa de hidróxido de potasio aproximadamente 0,1 mol/L (Ver anexo 1 [A]).
2. Enjuagar la bureta con agua destilada y luego con la solución de hidróxido de potasio.
3. Llenar la bureta con solución de hidróxido de potasio y enrasar.
4. Colocar en un matraz o vaso de bohemia 0,1634 g de ftalato ácido de potasio exactamente (Ver anexo 1 [B]). Disolver con agua y agregar 2 o 3 gotas de fenolftaleína.
5. Agregar gota a gota la solución de hidróxido de potasio a la solución de ftalato hasta que esta se torne rosa pálido durante 30 segundos aproximadamente.
6. Anotar el gasto y calcular la molaridad de la solución de hidróxido de potasio (ver marco teórico).
7. Repetir los pasos 3-6 hasta obtener tres resultados concordantes (criterio de concordancia explicado en el marco teórico).

Índice de acidez

1. Colocar 2,0 g de grasa en un matraz tomando la masa exacta. Disolver con éter de petróleo y etanol (1:1) para facilitar la valoración. Agregar dos o tres gotas de fenolftaleína.
2. Enjuagar la bureta con agua destilada y luego con la solución patrón secundario.
3. Llenar la bureta con la solución patrón, secar por fuera y enrasar.
4. Agregar gota a gota el patrón al matraz con grasa hasta que la solución se torne rosa pálido durante 30 segundos aproximadamente.
5. Anotar el volumen gastado de patrón y calcular la masa de ácidos grasos que reaccionaron (ver marco teórico).
6. Repetir los pasos 1, 3, 4 y 5 hasta obtener tres valores concordantes (criterio de concordancia explicado en el marco teórico).

Resultados

Patrón secundario

$$(1) m_{BFK} = (0,1717 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V_{KOH} = (9,440 \pm 0,005) \text{ mL}$$

$$M_{KOH} = \frac{m_{AcOI}}{MM_{AcOI} \cdot V_{KOH}} = \frac{0,1717 \text{ g}}{204,2196 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,009440 \text{ L}} = 0,08906373 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{KOH} = \left(\frac{\delta m_{BFK}}{m_{BFK}} + \frac{\delta V_{KOH}}{V_{KOH}} \right) \cdot M_{KOH} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,1717 \text{ g}} + \frac{0,005 \text{ mL}}{9,440 \text{ mL}} \right) \cdot 0,08906373 \text{ mol/L} = 0,00001 \text{ mol/L}$$

$$M_{KOH} = (0,08906 \pm 0,00001) \text{ mol/L}$$

$$(4) m_{BFK} = (0,1501 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V_{KOH} = (8.140 \pm 0,005) \text{ mL}$$

$$M_{KOH} = \frac{m_{AcOI}}{MM_{AcOI} \cdot V_{KOH}} = \frac{0,1501 \text{ g}}{204,2196 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,00814 \text{ L}} = 0,090293994 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{KOH} = \left(\frac{\delta m_{BFK}}{m_{BFK}} + \frac{\delta V_{KOH}}{V_{KOH}} \right) \cdot M_{KOH} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,1501 \text{ g}} + \frac{0,005 \text{ mL}}{8.140 \text{ mL}} \right) \cdot 0,090293994 \text{ mol/L} = 0,00001 \text{ mol/L}$$

$$M_{KOH} = (0,09029 \pm 0,00001) \text{ mol/L}$$

$$(5) m_{BFK} = (0.1603 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V_{KOH} = (8.565 \pm 0,005) \text{ mL}$$

$$M_{KOH} = \frac{m_{AcOI}}{MM_{AcOI} \cdot V_{KOH}} = \frac{0,1603 \text{ g}}{204,2196 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,008565 \text{ L}} = 0,091644991 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{KOH} = \left(\frac{\delta m_{BFK}}{m_{BFK}} + \frac{\delta V_{KOH}}{V_{KOH}} \right) \cdot M_{KOH} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,1603 \text{ g}} + \frac{0,005 \text{ mL}}{8.565 \text{ mL}} \right) \cdot 0,091644991 \text{ mol/L} = 0,00001 \text{ mol/L}$$

$$M_{KOH} = (0,09164 \pm 0,00001) \text{ mol/L}$$

(RSD=1 %)

$$\text{Promedio } M_{KOH} = (0,09033 \pm 0,00001) \text{ mol/L}$$

Porcentaje de Grasa

Schneck

$$m_{Hamburguesa} = (83.7360 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$m_{Balón} = (175.0335 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m_{Balón} + Grasa = (175.1970 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m_{Grasa} = (m_{Balón} + Grasa) - m_{Balón} = 175.1970 - 175.0335 = (0.1635 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$m_{Hamb} = (2.0983 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$\% \text{ grasa} = \frac{m_{Grasa}}{m_{Hamb}} \times 100 = \frac{0,1635 \text{ g}}{2,0983 \text{ g}} \times 100 = 7.79 \%$$

$$\delta \% \text{ grasa} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,1635 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0983 \text{ g}} \right) \cdot 7,79 \% = 0,01 \%$$

$$\% \text{ grasa} = (7.79 \pm 0.01) \%$$

Burgy

$$m_{Hamnurguesa} = (49,7266 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$m_{Hamb} = (2.0052 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$m_{Balón} + grasa = (168.0183 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$m \text{ Balón} = (167.4915 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$m \text{ grasa} = (m \text{ Balón} + \text{grasa}) - m \text{ Balón} = (0.5268 \pm 0.0002) \text{ g}$$

$$\% \text{ grasa} = \frac{m \text{ Grasa}}{m \text{ Hamb}} \times 100 = \frac{0.5268 \text{ g}}{2.0052 \text{ g}} \times 100 = 26.27 \%$$

$$\delta \% \text{ grasa} = \left(\frac{0.0002 \text{ g}}{0.5268 \text{ g}} + \frac{0.0001 \text{ g}}{2.0052 \text{ g}} \right) \cdot 26.27\% = 0,01 \%$$

$$\% \text{ grasa} = (26,27 \pm 0,01) \% \text{ }^6$$

La Dolfina

$$m1\text{Hamburguesa} = (47,8679 \pm 0,0001) \text{ g}$$

Extracción 1

$$m \text{ Balón} = (149,1461 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m \text{ Balón} + \text{Grasa} = (149,7664 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m \text{ Grasa} = (m \text{ Balón} + \text{Grasa}) - m \text{ Balón} = 149,7664 - 149,1461 = (0,6203 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$m \text{ Hamb} = (2,1180 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$\% \text{ grasa} = \frac{m \text{ Grasa}}{m \text{ Hamb}} \times 100 = \frac{0,6203 \text{ g}}{2,1180 \text{ g}} \times 100 = 29,29 \%$$

$$\delta \% \text{ grasa} = \left(\frac{\delta m \text{ Grasa}}{m \text{ Grasa}} + \frac{\delta m \text{ Hamb}}{m \text{ Hamb}} \right) \cdot \% \text{grasa} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,6203 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,1180 \text{ g}} \right) \cdot 29,29 \% = 0,01 \%$$

$$\% \text{ grasa} = (29,29 \pm 0,01) \%$$

Extracción 2

$$m \text{ Balón} = (149.0177 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m \text{ Balón} + \text{Grasa} = (149,6501 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m \text{ Grasa} = (m \text{ Balón} + \text{Grasa}) - m \text{ Balón} = 149,6501 - 149,0177 = (0,6324 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$m \text{ Hamb} = (2.1279 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$\% \text{ grasa} = \frac{m \text{ Grasa}}{m \text{ Hamb}} \times 100 = \frac{0,6324 \text{ g}}{2,1279 \text{ g}} \times 100 = 29,72 \%$$

$$\delta \% \text{ grasa} = \left(\frac{\delta m \text{ Grasa}}{m \text{ Grasa}} + \frac{\delta m \text{ Hamb}}{m \text{ Hamb}} \right) \cdot \% \text{grasa} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,6324 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,1279 \text{ g}} \right) \cdot 29,72 \% = 0,01 \%$$

$$\% \text{ grasa} = (29,72 \pm 0,01) \%$$

$$\% \text{ grasa(promedio)} = (29,51 \pm 0,01) \%$$

⁶ Se realizó una sola extracción

Índice de acidez

Schneck

$$(1) m \text{ Grasa} = (1,2011 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,20 \pm 0,01) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM \text{ AcOl} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,20 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,00510 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{0,20 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0002 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0051 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0051 \text{ g}}{1,2011 \text{ g}} \cdot 100 = 0,42461773 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,0051 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{1,2011 \text{ g}} \right) \cdot 0,42461773 \% = 0,02 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,42 \pm 0,02) \% ^7$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{0,20 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 1,8066 \times 10^{-5} \text{ mol (Ver anexo 1)}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,01 \text{ mL}}{0,20 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 1,8066 \times 10^{-5} \text{ mol} = 9 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}} = 1,8066 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00101 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}}) = 9 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00005 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH (mg)}}{m \text{ Grasa (g)}} = \frac{0,00101 \times 10^3 \text{ mg}}{1,2011 \text{ g}} = 0,8439022529 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00005 \text{ g}}{0,00101 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{1,2011 \text{ g}} \right) \cdot 0,8439022529 \text{ mg/g} = 0,04 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (0,84 \pm 0,04) \text{ mg/g} ^8$$

$$(2) m \text{ Grasa} = (1,2096 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,32 \pm 0,01) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM \text{ AcOl} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,32 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,00816496 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{0,32 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0002 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0082 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0082 \text{ g}}{1,2096 \text{ g}} \cdot 100 = 0,677910 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,0082 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{1,2009 \text{ g}} \right) \cdot 0,677910 \% = 0,02 \%$$

⁷ Masa de Ácidos grasos libres en 100 gramos de grasa.

⁸ Miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de grasa.

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,68 \pm 0,02) \%$$

$$n_{KOH} \text{ en gasto de solución} = \frac{\text{gasto}_{KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M_{KOH} = \frac{0,32 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 2,89056 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n_{KOH} = \left(\frac{0,01 \text{ mL}}{0,20 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 2,89056 \times 10^{-5} \text{ mol} = 9 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m_{KOH} = n_{KOH} \cdot PM_{KOH} = 2,89056 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,001627074 \text{ g}$$

$$\delta m_{KOH} = (\delta n_{KOH} \cdot PM_{KOH}) = 9 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00005 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m_{KOH}(\text{mg})}{m_{Grasa}(\text{g})} = \frac{0,00163 \times 10^3 \text{ mg}}{1,2096 \text{ g}} = 1,3475 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00005 \text{ g}}{0,0163 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{1,2096 \text{ g}} \right) \cdot 1,3475 \text{ mg/g} = 0,04 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,35 \pm 0,04) \text{ mg/g}$$

$$(4) m_{Grasa} = (0,8440 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V_{KOH} = (0,22 \pm 0,01) \text{ mL}$$

$$m_{AcOl} = M_{KOH} \cdot V_{KOH} \cdot MM_{AcOl} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,22 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,0056134133 \text{ g}$$

$$\delta m_{AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{0,22 \text{ mL}} \right) \cdot m_{AcOl} = 0,0002 \text{ g}$$

$$m_{AcOl} = (0,0056 \pm 0,0002) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m_{AcOl}}{m_{Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0056 \text{ g}}{0,8440 \text{ g}} \cdot 100 = 0,66 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0002 \text{ g}}{0,0082 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{0,8440 \text{ g}} \right) \cdot 0,66 \% = 0,02 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,66 \pm 0,02) \%$$

$$n_{KOH} \text{ en gasto de solución} = \frac{\text{gasto}_{KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M_{KOH} = \frac{0,22 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 1,98726 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n_{KOH} = \left(\frac{0,01 \text{ mL}}{0,22 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 1,98726 \times 10^{-5} \text{ mol} = 9 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m_{KOH} = n_{KOH} \cdot MM_{KOH} = 1,98726 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00111 \text{ g}$$

$$\delta m_{KOH} = (\delta n_{KOH} \cdot MM_{KOH}) = 9 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00005 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m_{KOH}(\text{mg})}{m_{Grasa}(\text{g})} = \frac{0,00111 \times 10^3 \text{ mg}}{0,8440 \text{ g}} = 1,3152 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00005 \text{ g}}{0,00111 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{0,8440 \text{ g}} \right) \cdot 1,3152 \text{ mg/g} = 0,06 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,32 \pm 0,06) \text{ mg/g}$$

Promedio valores Schneck

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,59 \pm 0,02) \%$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,17 \pm 0,05) \text{ mg/g}$$

Burgy

$$(1) m \text{ Grasa} = (2,0143 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,550 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM \text{ AcOl} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,550 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,014034 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{0,550 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0006 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0140 \pm 0,0006) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0140 \text{ g}}{2,0143 \text{ g}} \cdot 100 = 0,70 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0006 \text{ g}}{0,0140 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0143 \text{ g}} \right) \cdot 0,70 \% = 0,03 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,70 \pm 0,03) \%$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{0,550 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 4,96815 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{0,550 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 4,96815 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}} = 4,96815 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00279 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}}) = 9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0001 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH (mg)}}{m \text{ Grasa (g)}} = \frac{0,00279 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0143 \text{ g}} = 1,3900 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,0028 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0143 \text{ g}} \right) \cdot 1,9300 \text{ mg} = 0,05 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,39 \pm 0,05) \text{ mg/g}$$

$$(2) m \text{ Grasa} = (2,0129 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,500 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM \text{ AcOl} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,500 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,012757757 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{0,500 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0006 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0128 \pm 0,0006) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0128 \text{ g}}{2,0129 \text{ g}} \cdot 100 = 0,63 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0006 \text{ g}}{0,0128 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0129 \text{ g}} \right) \cdot 0,63 \% = 0,03 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,63 \pm 0,03) \%$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{0,500 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 4,5165 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{0,500 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 4,5165 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}} = 4,5165 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00253 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}}) = 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0001 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH (mg)}}{m \text{ Grasa (g)}} = \frac{0,00253 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0129 \text{ g}} = 1,25889 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,0025 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0129 \text{ g}} \right) \cdot 1,25889 \text{ mg} = 0,01 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,26 \pm 0,01) \text{ mg/g}$$

$$(3) m \text{ Grasa} = (2,0845 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,675 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM_{\text{AcOl}} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,675 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,017222972 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{0,675 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0006 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0172 \pm 0,0006) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0172 \text{ g}}{2,0845 \text{ g}} \cdot 100 = 0,83 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0006 \text{ g}}{0,0172 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0845 \text{ g}} \right) \cdot 0,83 \% = 0,03 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,83 \pm 0,03) \%$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{0,675 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{0,675 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}} = 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0034 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}}) = 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0001 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH (mg)}}{m \text{ Grasa (g)}} = \frac{0,0034 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0845 \text{ g}} = 1,63109 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,0034 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0845 \text{ g}} \right) \cdot 1,63109 \text{ mg} = 0,05 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,63 \pm 0,05) \text{ mg/g}$$

$$(4) m \text{ Grasa} = (2,861 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (0,675 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM_{\text{AcOl}} = 0,09033 \text{ mol/L} \cdot 0,675 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,017222972 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{0,675 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,0006 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,0172 \pm 0,0006) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,0172 \text{ g}}{2,0861 \text{ g}} \cdot 100 = 0,82 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,0006 \text{ g}}{0,0172 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0861 \text{ g}} \right) \cdot 0,82 \% = 0,03 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,82 \pm 0,03) \%$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{0,675 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,09033 \text{ mol/L} = 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{0,675 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}} = 6,0973 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0034 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot MM_{\text{KOH}}) = 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0001 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH}(\text{mg})}{m \text{ Grasa}(\text{g})} = \frac{0,0034 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0861 \text{ g}} = 1,62984 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,0034 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0861 \text{ g}} \right) \cdot 1,62984 \text{ mg/g} = 0,02 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,63 \pm 0,02) \text{ mg/g}$$

Promedio valores Burgy

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,74 \pm 0,03) \%$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,57 \pm 0,03) \text{ mg/g}$$

Hamby

Se utiliza la solución patrón primario diluida.

$$M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$M2 = \frac{M1 \cdot V1}{V2} = \frac{0,09033 \text{ mol/L} \cdot 10 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 0,009033 \text{ mol/L}$$

$$\delta M2 = \left(\frac{0,01 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,1 \text{ mL}}{100,0 \text{ mL}} + \frac{0,00001 \text{ mol/L}}{0,09033 \text{ mol/L}} \right) \cdot 0,00903 \text{ mol/L} = 0,00002 \text{ mol/L}$$

$$(1) m \text{ Grasa} = (2,0258 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (3,975 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot MM_{\text{AcOl}} = 0,00903 \text{ mol/L} \cdot 3,975 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,01014 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{3,975 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,00009 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,01014 \pm 0,00009) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m_{AcOl}}{m_{Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,01014 \text{ g}}{2,0258 \text{ g}} \cdot 100 = 0,500542995 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,00009 \text{ g}}{0,01014 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0258 \text{ g}} \right) \cdot 0,500542995 \% = 0,004 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,500 \pm 0,004) \%$$

$$n_{KOH} \text{ en gasto de solución} = \frac{\text{gasto}_{KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M_{KOH} = \frac{3,975 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,00903 \text{ mol/L} = 3,589425 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n_{KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{3,975 \text{ mL}} + \frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} \right) \cdot 3,589425 \times 10^{-5} \text{ mol} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m_{KOH} = n_{KOH} \cdot MM_{KOH} = 3,59 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,0020142054 \text{ g}$$

$$\delta m_{KOH} = (\delta n_{KOH} \cdot MM_{KOH}) = 3 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00002 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m_{KOH} \text{ (mg)}}{m_{Grasa} \text{ (g)}} = \frac{0,00201 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0258 \text{ g}} = 0,99220612 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00002 \text{ g}}{0,00201 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0258 \text{ g}} \right) \cdot 0,99220612 \text{ mg/g} = 0,01 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (0,99 \pm 0,01) \text{ mg/g}$$

$$(2) m_{Grasa} = (2,0124 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V_{KOH} = (4,375 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m_{AcOl} = M_{KOH} \cdot V_{KOH} \cdot MM_{AcOl} = 0,00903 \text{ mol/L} \cdot 4,375 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 0,01115933 \text{ g}$$

$$\delta m_{AcOl} = \left(\frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{4,375 \text{ mL}} \right) \cdot m_{AcOl} = 0,00009 \text{ g}$$

$$m_{AcOl} = (0,01116 \pm 0,00009) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m_{AcOl}}{m_{Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,01116 \text{ g}}{2,0124 \text{ g}} \cdot 100 = 0,554561717 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,00009 \text{ g}}{0,01116 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0124 \text{ g}} \right) \cdot 0,554561717 \% = 0,004 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,554 \pm 0,004) \%$$

$$n_{KOH} \text{ en gasto de solución} = \frac{\text{gasto}_{KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M_{KOH} = \frac{4,375 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,00903 \text{ mol/L} = 3,950625 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n_{KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{4,375 \text{ mL}} + \frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} \right) \cdot 3,950625 \times 10^{-5} \text{ mol} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m_{KOH} = n_{KOH} \cdot MM_{KOH} = 3,95 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,002216187 \text{ g}$$

$$\delta m_{KOH} = (\delta n_{KOH} \cdot MM_{KOH}) = 3 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00002 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m_{KOH} \text{ (mg)}}{m_{Grasa} \text{ (g)}} = \frac{0,00222 \times 10^3 \text{ mg}}{2,0124 \text{ g}} = 1,103160405 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00002 \text{ g}}{0,00222 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{2,0124 \text{ g}} \right) \cdot 1,103379722 \text{ mg/g} = 0,01 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1,10 \pm 0,01) \text{ mg/g}$$

$$(3) m \text{ Grasa} = (0.7155 \pm 0.0001) \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = (2.225 \pm 0,025) \text{ mL}$$

$$m \text{ AcOl} = M \text{ KOH} \cdot V \text{ KOH} \cdot M M \text{ AcOl} = 0,00903 \text{ mol/L} \cdot 2.225 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 282,47 \text{ g/mol} = 5.675316623 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\delta m \text{ AcOl} = \left(\frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} + \frac{0,025 \text{ mL}}{2.225 \text{ mL}} \right) \cdot m \text{ AcOl} = 0,00008 \text{ g}$$

$$m \text{ AcOl} = (0,00567 \pm 0,00008) \text{ g}$$

$$\% \text{ índice de acidez} = \frac{m \text{ AcOl}}{m \text{ Grasa}} \cdot 100 = \frac{0,00567 \text{ g}}{0.7155 \text{ g}} \cdot 100 = 0.79245283 \%$$

$$\delta \% \text{ índice de acidez} = \left(\frac{0,00008 \text{ g}}{0,00567 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{0.7155 \text{ g}} \right) \cdot 0,79245283 \% = 0,01 \%$$

$$\% \text{ índice de acidez} = (0,79 \pm 0,01) \%$$

$$n \text{ KOH en gasto de solución} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M \text{ KOH} = \frac{2.225 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \cdot 0,00903 \text{ mol/L} = 2.009175 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\delta n \text{ KOH} = \left(\frac{0,025 \text{ mL}}{2.225 \text{ mL}} + \frac{0,00002 \text{ mol/L}}{0,00903 \text{ mol/L}} \right) \cdot 2,009175 \times 10^{-5} \text{ mol} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = n \text{ KOH} \cdot M M_{\text{KOH}} = 2.01 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0.0011277306 \text{ g}$$

$$\delta m \text{ KOH} = (\delta n \text{ KOH} \cdot M M_{\text{KOH}}) = 3 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 0,00002 \text{ g}$$

$$\text{Índice de acidez} = \frac{m \text{ KOH (mg)}}{m \text{ Grasa (g)}} = \frac{0,00113 \times 10^3 \text{ mg}}{0.7155 \text{ g}} = 1.579315164 \text{ mg/g}$$

$$\delta \text{ Índice de acidez} = \left(\frac{0,00002 \text{ g}}{0,00113 \text{ g}} + \frac{0,0001 \text{ g}}{0.7155 \text{ g}} \right) \cdot 1,579315164 \text{ mg} = 0.03 \text{ mg/g}$$

$$\text{Índice de acidez} = (1.58 \pm 0,03) \text{ mg/g}$$

Promedio valores Hamby

$$\% \text{ índice de acidez} = (0.615 \pm 0,006) \%$$

$$\text{Índice de acidez} = (1.22 \pm 0.02) \text{ mg/g}$$

Discusión

En los casos de las hamburguesas “Burgy” y “La Dolfina” el porcentaje de grasa calculado es mayor al que indica el envase. Esto puede deberse a que la empresa que fabrica dichos productos solo toma en cuenta las grasas agregadas al momento de fabricarlos y no la grasa que la carne contiene de por sí; suponiendo que no se utilizan carnes “sin grasa” a las cuales no se les realiza pruebas para ver si las contienen.

En el caso de “Schneck” puede que no se extrajera toda la grasa ya que el valor es mucho menor al que indica el envase. Puede que el solvente no fuera suficiente y que no se haya disuelto toda la grasa. El tiempo de extracción del soxhlet varía entre 4 a 16 horas según la técnica, probablemente el tiempo no haya sido el suficiente para lograr que toda la grasa se disuelva en el éter de petróleo.

Los resultados del índice de acidez de las grasas extraídas están bajo los criterios establecidos por

	Schneck		Burgy		La dolфина		Hamby		Bromatología Uruguay
	envase	resultado	envase	resultado	envase	resultado	envase	resultado	
% grasa	19	7,79±0,01	20	26,27 ±0,01	20	29,51 ±0,01	19,2	-	20
% índice de acidez	-	0,59±0,02	-	0,74±0,74	-	-	-	0,615 ±0,006	1,0
Precio (\$)	50		19		18		55		-

Tabla 4 - Comparación de resultados con datos bibliográficos

La marca más consumida por las personas en la encuesta es “Schneck” en un 70,6 %, el 94,1 % de las personas opinan que la calidad se relaciona con el precio, observando la tabla con los resultados obtenidos puede apreciarse que la variación del índice de acidez no es tan notoria y esto, en parte, es lo que define la calidad del producto. Pero dicho índice sí aumenta a medida que el precio disminuye.

Conclusión

El 70,6% de las personas encuestadas prefieren las hamburguesas “Schneck”. El 94,1% opina que la calidad varía según el precio y esto se comprobó en la práctica: Las hamburguesas más baratas tienen un mayor porcentaje de grasa. En este caso “Burgy” y “La Dolfina” tienen más grasa ((26,27 ± 0,01) % y (29,51 ± 0,01) % respectivamente) en comparación con “Schneck” ((7.79 ± 0.01) %). Si bien todas las grasas estudiadas tienen un índice de acidez aceptable según Bromatología, se nota un aumento del mismo en marcas de menor precio y esto refleja la calidad de las mismas (en “Schneck” (0,59 ± 0,02) % y (1.17 ± 0,05) mg/g ; en “Burgy” (0,74 ± 0,03) % y (1.57 ± 0,03) mg/g; y en “Hamby” (0.615 ± 0,006) % y (1.22 ± 0.02) mg/g).

Perspectiva

Si se tuviera más tiempo se realizaría:

- Dos extracciones de grasa de la marca “Hamby”
- Una segunda extracción de grasa de las marcas “Schneck” y “Burgy”
- Determinación del índice de acidez de la grasa extraída de la marca “La Dolfina”

No se tuvo en cuenta realizar:

- Toma de masa húmeda de la muestra colocada en equipo Soxhlet en todas las extracciones

Bibliografía

Gary D. C. (2009) *Química Analítica* (Sexta edición) McGraw Hill

Skoog D.A (2005) *Fundamentos de Química Analítica* (Octava edición) Thomson Learning

Horwitz W. (2005) *Official methods of analysis* (18th edition) AOAC International

Badorrey R. A. (2013) *Técnicas básicas de laboratorio, Destilación*. Recuperado de:
<https://ocw.unizar.es/ocw/course/view.php?id=22§ion=3>

Badui S. (2006) *Química de los Alimentos* (Cuarta edición) Mexico, Pearson Education

Reglamento bromatológico nacional extraído de:
<https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/315-1994/1>

Barrado E. (2008) *Composición grasa de diversos alimentos servidos en establecimientos de “comida rápida”* (original) España. Departamento de Química Analítica. Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n2/original12.pdf>

Miranda J.M. (2009) *Development of a Hamburger Patty with Healthier Lipid Formulation and Study of its Nutritional, Sensory, and Stability Properties*. Springer Science, Business Media. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227307567_Development_of_a_Hamburger_Patty_with_Healthier_Lipid_Formulation_and_Study_of_its_Nutritional_Sensory_and_Stability_Properties

Fichas de seguridad:

- Biftalato de potasio:
https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-INTL-Site/es_ES/-/USD/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-822080&Origin=SERP
- Etanol:
https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-INTL-Site/es_ES/-/USD/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-818760&Origin=SERP
- Éter de petróleo (propiedades y medidas de seguridad):
https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-INTL-Site/es_ES/-/USD/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-101769&Origin=SERP
- Hidróxido de potasio:
https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-INTL-Site/es_ES/-/USD/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-109921&Origin=SERP
- Solución alcohólica de fenoltaleína:
https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-INTL-Site/es_ES/-/USD/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-107233&Origin=SERP

Imagen 1 recuperada del libro: Wale L. G. (2011) *Química Orgánica vol. 1* (Séptima edición) Pearson Education (página 1203)

Anexos

Anexo 1 (A)

1 L de solución de 0,1 mol/L

0,1 mol en 1000 mL

$$m = n \cdot MM = 0,1 \text{ mol} \cdot 56,106 \text{ g/mol} = 5.6106 \text{ g}$$

Anexo 1 (B)

$$M_{KOH} \cdot V_{KOH} = \frac{m_{BFK}}{MM_{BFK}} \Rightarrow m_{BFK} = M_{KOH} \cdot V_{KOH} \cdot MM_{KOH} = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,008 \text{ L} \cdot 204.2196 \text{ g/mol}$$

$$m_{BFK} = 0,1634 \text{ g}$$

Anexo 2

Para determinar los miligramos de hidróxido de potasio que reaccionan con un gramo de grasa primero es necesario ver la cantidad química del mismo que hay en el gasto de solución en la valoración:

$$M_{KOH} \rightarrow 1000 \text{ mL}$$

$$n_{KOH} \rightarrow \text{gasto KOH} \Rightarrow n_{KOH} = \frac{\text{gasto KOH}}{1000 \text{ mL}} \cdot M_{KOH}$$

Luego se calcula la masa a partir de la ecuación: $n = \frac{m}{PM}$

Por último se calcula la masa expresada en miligramos de KOH que reaccionan con un gramo de grasa

mg de KOH que reaccionan con m Grasa tomada para la valoración

x mg _____ 1 g Grasa

Anexo 3: Observaciones

1. Se tomó la masa de las hamburguesas (enteras) con agua.
2. Los porcentajes de grasa en hamburguesa son: cantidad de grasa en 100 g de hamburguesa sin agua.
3. En la extracción de grasa de “Schneck” no se colocó solvente suficiente y por esto puede que no se haya disuelto toda la grasa.
4. El tiempo de extracción del Soxhlet varía entre 4 a 16 horas según la técnica, puede que el tiempo no haya sido el suficiente y no se extrajera toda la grasa.
5. El tiempo no fue suficiente para realizar correctamente la extracción de grasa de la hamburguesa “Hamby”. En la extracción que se realizó de esta marca puede que no se haya extraído toda la grasa por ser demasiada masa para poco tiempo y poco solvente. Por lo tanto se descartan los datos.
6. La grasa extraída de la hamburguesa “La Dolfina” no fue suficiente para determinar el índice de

acidez. Solo se utilizó para calcular el porcentaje de grasa.

Anexo 4: Medidas de seguridad

Hidróxido de potasio

Pictogramas



Palabra de advertencia

Peligro

Indicaciones de peligro

H314- Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves

H290- Puede ser corrosivo para los metales

Consejos de prudencia

P280- Llevar guantes/prendas/gafas/mascara de protección.

P301+P330+P331- EN CASO DE INGESTIÓN: enjuagarse la boca, NO provocar el vómito.

P305+P351+P338- EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: enjuagar con agua con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar los lentes de contacto si lleva y resulta fácil. Proseguir con el lavado.

P309+P310- en caso de exposición o malestar Llamar a un médico o un centro de información toxicológica o a un médico.

Etanol

Pictogramas de peligro



Palabra de advertencia

Peligro

Indicaciones de peligro

- H225 Líquido y vapores muy inflamables.
- H319 Provoca irritación ocular grave.

Consejos de prudencia

Prevención

- P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
- P240 Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.

Intervención

- P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Almacenamiento

- P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente

Agua destilada

No aplica.

Fenolftaleína



Palabra de advertencia

Peligro

Indicaciones de peligro

- H350 Puede provocar cáncer.
- H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.
- H361f Se sospecha que perjudica a la fertilidad.

Consejos de prudencia

Prevención

- P201 Pedir instrucciones especiales antes del uso.
- P260 No respirar el polvo.
- P281 Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.

Intervención

- P308 + P313 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico

Biftalato de potasio

No aplica

Éter de petróleo



Palabra de advertencia

Peligro

Indicaciones de peligro

- H225 Líquido y vapores muy inflamables.

- H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
- H315 Provoca irritación cutánea.
- H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.
- H361f Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad.
- H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
- H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia

Prevención

- P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
- P240 Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.
- P273 Evitar su liberación al medio ambiente.

Intervención

- P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
- P302 + P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con agua y jabón abundantes.
- P314 Consultar a un médico en caso de malestar. Almacenamiento
- P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

Anexo 5: Propiedades del Éter de Petróleo

Forma líquido ⇒ Color incoloro

Olor ⇒ característico

Punto /intervalo de ebullición > 50 °C a 1.013 hPa

Punto de inflamación ⇒ -31 °C

Límites inferior de explosividad ⇒ 1 %(v)

Límite superior de explosividad ⇒ 7,4 %(v)

Densidad ⇒ 0,666 g/cm³ a 15 °C

Solubilidad en agua a 20 °C ⇒ inmisible

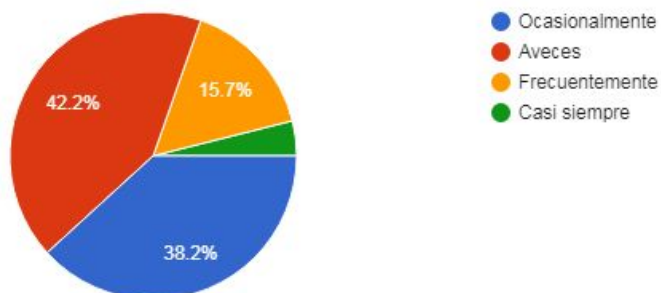
Propiedades explosivas ⇒ No clasificado/a como explosivo/a

Propiedades comburentes ⇒ ninguna

Anexo 6: Encuesta realizada a un total de 102 personas:

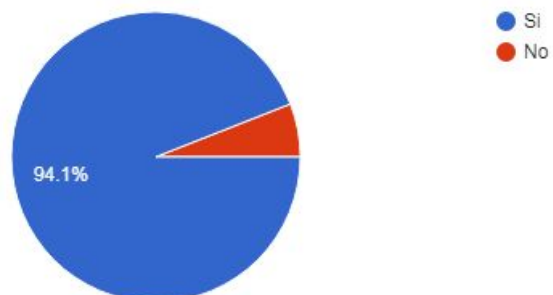
¿Con qué frecuencia consume hamburguesas?

102 respuestas



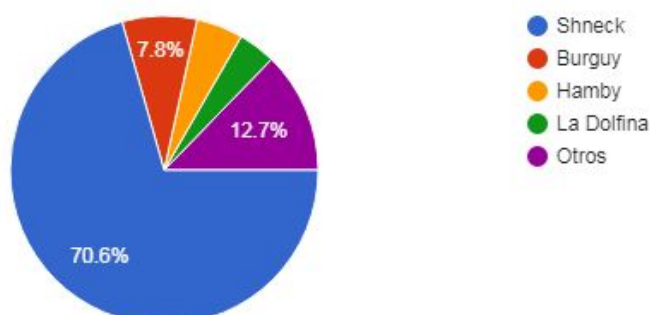
¿Cree que varía la calidad según el precio?

101 respuestas



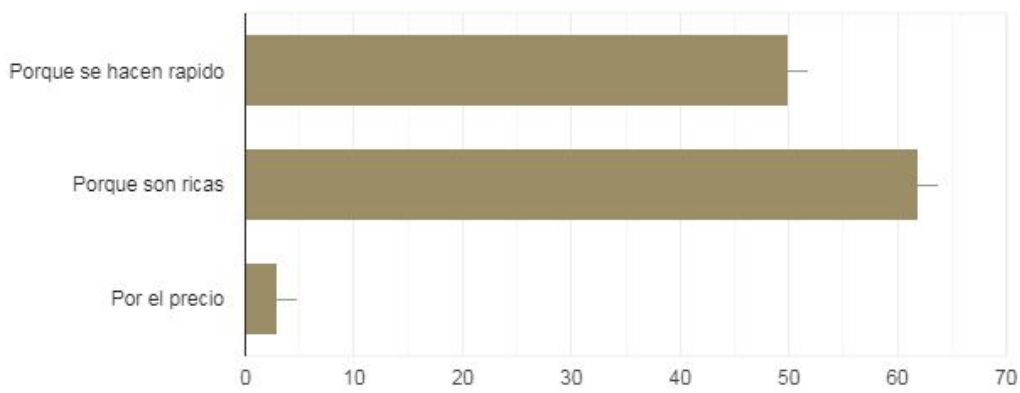
¿Qué marca de hamburguesas consume?

102 respuestas



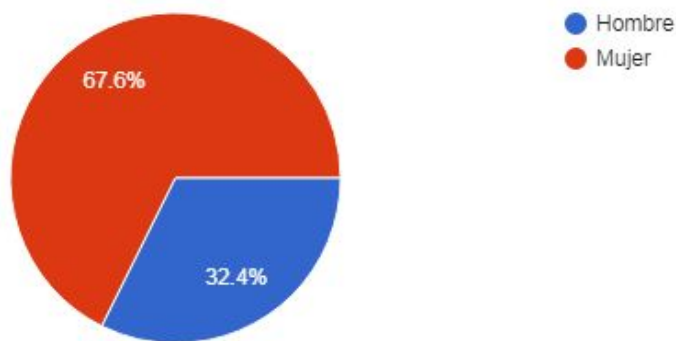
¿Por qué elige comer hamburguesas?

102 respuestas



Género

102 respuestas



Edad

102 respuestas

