

# CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA TRAS VARIOS USOS



Alumno: Ernesto Castillejo López (2º Bachillerato)  
INVESTIGACIÓN AVANZADA  
IES Fidiana (Córdoba)  
Curso 2020-2021

Profesora coordinadora: Dra Elena León Rodríguez



## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>4</b>
4.1.- Asignación de variables .....	5
4.2.-Materiales Experimentales.....	5
4.3.- Diseño experimental. ....	6
<b>5.- RESULTADOS .....</b>	<b>7</b>
<b>6.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>7.-CONCLUSIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>8.- AGRADECIMIENTOS. ....</b>	<b>10</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>11</b>

# CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA TRAS VARIOS USOS

E. Castillejo<sup>1</sup>, E. León<sup>2</sup>

1 Alumnado IES Fidiana

2 Profesorado IES Fidiana

## RESUMEN INTRODUCTORIO

Son bien sabidas las propiedades beneficiosas del aceite de oliva, pero estas propiedades se van perdiendo con cada uso que se le da al mismo aceite en la cocina. El problema no solo está en que las propiedades antioxidantes del aceite se pierdan, sino que además llega un punto en el que se generan radicales libres debido a la rotura de los enlaces del ácido oleico, los cuales están directamente relacionados con el desarrollo de enfermedades como el cáncer (Anthony Cam et. al., 2019). El proyecto de investigación que se ha realizado consiste en la medición del ácido oleico en el aceite de oliva virgen extra usado, para poder verificar cuántos usos de este aceite de oliva son necesarios para que éste empiece a perder calidad y empiece a liberar radicales libres.

Para lograrlo, se ha usado una simple reacción de neutralización ácido-base junto con una medición del pH básico. Se ha usado hidróxido de sodio (comúnmente conocido como sosa caustica) para la reacción química y fenolftaleína para medir el pH. Se ha considerado que un “uso del aceite” son cinco minutos a 185°C.

Comparando con el aceite sin usar, se determinó que el aceite pierde más de la mitad de su ácido oleico en su primer uso, mientras que en los siguientes usos la degradación del oleico es menor, siendo necesario al menos doce usos para perder todo el ácido oleico, es decir, si cocinamos una vez con ese aceite se pierde la mitad de su calidad, mientras que a partir de doce ese mismo aceite ha perdido todas sus propiedades tanto nutritivas como antioxidantes. El número de radicales libres aumentó conforme se incrementó al número de usos del aceite, mientras el grado de acidez del aceite de oliva disminuyó al incrementar la reutilización del aceite.

**Palabras clave:** *aceite oliva, ácido oleico, reuso, calidad*

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El aceite de oliva es una grasa ampliamente usada en la cocina mediterránea, así como en todo el mundo. Llega un punto en el que este aceite se tiene que tirar, ya que no está indicado su uso en la cocina. Este trabajo consiste en ver cuántas veces podemos usar el aceite de oliva antes de que pierda su calidad inicial.

El proyecto se basa en una reacción química básica de reducción del medio ácido que presenta el aceite debido a su alto contenido de ácido oleico. Con esta reacción podemos medir la cantidad de ácido oleico que tiene nuestro aceite de oliva, y así determinar cuántos usos son necesarios para que se rompan los enlaces del ácido oleico. Como hipótesis inicial se asume que calentamos el aceite de manera continuada, el ácido oleico desaparece, pues rompemos sus enlaces con la temperatura con la que lo freímos.

El ácido oleico debe de reducirse bruscamente al usar el aceite por primera vez, mientras que en los siguientes usos se reduce más lentamente (Felix A., 2009). Si podemos verificar estas hipótesis, se puede considerar que la diferencia entre la cantidad de ácido oleico del aceite nuevo y aceite usado son otras sustancias que surgen a partir de las moléculas de ácido oleico disociado. Con esta investigación se podría responder a una serie de dudas que se tenían desde antes, como cada cuánto hay que cambiar el aceite de nuestra freidora, o cómo afecta el uso de estas mismas a la calidad de la grasa.

La hipótesis que se quiere discutir es si abusar térmicamente del aceite de oliva en el proceso culinario de fritura conlleva necesariamente a una pérdida de la calidad de éste, basando nuestra medida de calidad en la cantidad de radicales libres que se presenten en el aceite. Cuantos mas radicales libres y menor sea la concentración de ácido oleico, menor será la calidad del aceite.

Son diferentes problemas los que causa el consumo de aceites reutilizados, es por esto que se debe enfatizar en la importancia de no reutilizar los aceites ya que su consumo puede traer consecuencias negativas para la salud.

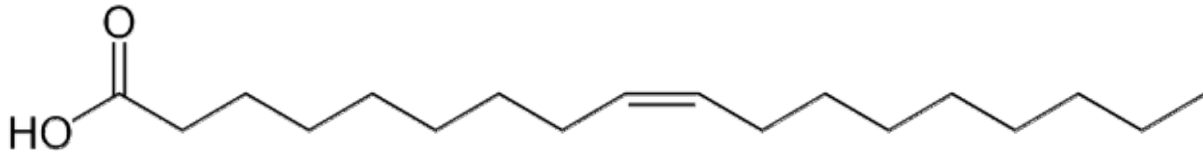
## **2.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

- Comprobar si el aceite de oliva pierde calidad con cada uso.
- Determinar la cantidad de usos necesarios para que se deteriore la calidad.
- Medir la cantidad de ácido oleico presente en el aceite de oliva usado y cantidad perdida con cada uso
- Determinación de la cantidad de radicales libres presentes en el aceite usado.

## **3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

El aceite de oliva es una grasa de cocina comúnmente usada en los países mediterráneos. Se compone principalmente de ácido oleico (alrededor del 75%), ácido palmítico (11%) y ácido linoleico (7%). El ácido más abundante en esta grasa, el ácido oleico, es un ácido graso que se compone de 18 átomos de carbono, 34 átomos de

hidrógeno y 2 átomos de oxígeno, siendo su fórmula molecular  $C_{18}H_{34}O_2$ .



*Imagen 1: Fórmula simplificada del ácido oleico*

El aceite que hay en una aceituna es de grado 0 por lo que se dice que es neutro. Esto se debe a que los ácidos grasos no están liberados, es decir están formado parte de los triglicéridos, así pues el grado de acidez nos indica los ácidos grasos libres, principalmente oleico, que contiene el aceite. Al proceso químico en el que se liberan se le conoce como hidrólisis. El aceite de oliva virgen extra generalmente presenta una acidez menor o igual a 0,8 grados. El indicador de acidez es un parámetro de calidad que solo se aplica a los aceites de oliva vírgenes.

El grado de acidez final en el aceite depende de cómo se encuentra la aceituna antes de la elaboración de dicho aceite y como los triglicéridos se descomponen a lo largo de la vida del aceite. Por eso, es muy importante el cuidado del fruto cuando este está en el árbol y al recolectarlo, intentando siempre que este proceso sea lo más corto posible.

Existe la creencia errónea que la acidez afecta al sabor. Es un error creer que un grado de acidez bajo se corresponde con sabores más suaves y los altos con sabores más intensos o fuertes.

Según el estudio de José Manuel Villalba et. Al. (2011), el ácido oleico posee amplias propiedades beneficiosas, como propiedades antioxidantes y antienviejedoras. Este mismo ácido, al ser sometido a altas temperaturas provenientes de una freidora, empieza a liberar radicales libres que, según el estudio de Anthony Cam et. al (2019), pueden producir serias enfermedades en los seres humanos.

La reutilización de los aceites aumenta su estado de oxidación y el ranciamiento de los alimentos, que genera la producción de radicales libres y en algunos casos la formación de ácidos grasos trans los cuales aumentan el colesterol malo (LDL) y disminuyen el bueno (HDL). Si los aceites muy recalentados se consumen excesivamente y por tiempo prolongado pueden ocasionar disfunciones hepáticas, cardíacas y del sistema reproductor, cáncer, envejecimiento celular, afecciones inmunes, artritis y cataratas, entre otras.

Además, las frituras realizadas con aceites oxidados pueden generar problemas a nivel del colon, pues forman moléculas de gran tamaño que impiden la absorción de sustancias nutritivas necesarias para el organismo.

## 4.- MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación del ácido oleico se ha realizado mediante una volumetría ácido-base. Para medir el ácido oleico del aceite de oliva se ha neutralizado el pH de este mismo usando una base, NaOH. El aceite de oliva tiene un pH de 2-4, y para neutralizarlo se tiene que llevar este valor a 7 para que empiece a ser básico y la fenolftaleína empiece a cambiar de color.

Es el ácido oleico el que le da carácter ácido al aceite, mientras que las demás sustancias presentes pueden ser despreciadas, ya que no afectan al pH.

Para realizar la volumetría ácido-base, se asume que un mol de ácido oleico es igual a un mol de NaOH.

### 4.1.- Asignación de variables

Nuestra variable independiente son los usos del aceite de oliva (es decir, las veces que se ha calentado), mientras que nuestras variables dependientes son la cantidad de ácido oleico y radicales libres presente en el aceite reusado.

### 4.2.-Materiales experimentales

- Aceite de oliva virgen extra extraído por TACSAL en una de sus almazaras (5ml por muestra).
- Una freidora de aceite.
- Disolución 1M etanol+fenolftaleína (10ml por muestra).
- Disolución 1M de agua y NaOH, para la reacción de neutralización ácido-base.
- Un matraz Erlenmeyer por muestra
- Una bureta graduada (también puede ser sustituida por una micropipeta o una pipeta graduada convencional).
- Dos pipetas; una para medir la cantidad de aceite de oliva y otra para la cantidad de nuestra disolución de etanol y fenolftaleína.
- Una pipeta de cristal para la extracción del aceite caliente.



Imagen 1. Aceite de oliva virgen extra



Imagen 2. Etanol usado en la disolución



Imagen 3. Freidora usada para la obtención de los diferentes usos del aceite



Imagen 4.-Pipetas y matraces usados en la práctica



Imagen 5.- Disolución 1M de NaOH

### 4.3.- Diseño experimental.

Se procedió de la siguiente manera,

- Se calienta nuestro aceite de oliva para aumentar en 1 sus usos, durante 5 minutos a 185°C.
- Se mezclan 5 ml de este aceite de oliva usado con 10 ml de etanol+fenolftaleína en un matraz erlenmeyer. Este proceso se hace tres veces en tres matraces diferentes; estas son las tres muestras necesarias. Se remueve el contenido del matraz hasta que se nos quede una mezcla homogénea.
- Se vierte la disolución 1M de agua y NaOH en la bureta graduada.
- Mientras se agita el matraz periódicamente, se va LENTAMENTE vertiendo el contenido de nuestra bureta (NaOH) en el matraz (aceite+fenolftaleína). Se vierte hasta que el contenido del erlenmeyer se torna de un color anaranjado.
- Cuando este color se presente en la disolución, se cierra la válvula de la bureta y se mide la cantidad usada de NaOH.
- Basándose en el fundamento teórico de que  $1 \text{ mol (NaOH)} = 1 \text{ mol (Ácido oleico)}$ , se obtiene la cantidad de ácido oleico que hay en nuestra disolución en gramos, usando la siguiente ecuación:

$$M_{\text{Ac oleico}} = V_{\text{NaOH}} * C_{\text{NaOH}} * PM_{\text{Ac oleico}}$$

Donde  $M_{Ac\ oleico}$  es la masa de ácido oleico,  $V_{NaOH}$  es el volumen de NaOH,  $C_{NaOH}$  es la concentración de NaOH y  $PM_{Ac\ oleico}$  es el peso molecular del ácido oleico.

-Se repiten los dos pasos anteriores para cada muestra.

-Al terminar, se vacían los matraces y se repite el proceso para un nuevo uso.



Imagen 6.- Color que toma la disolución de fenolftaleína + aceite al ser sometido a la volumetría

## 5.- RESULTADOS

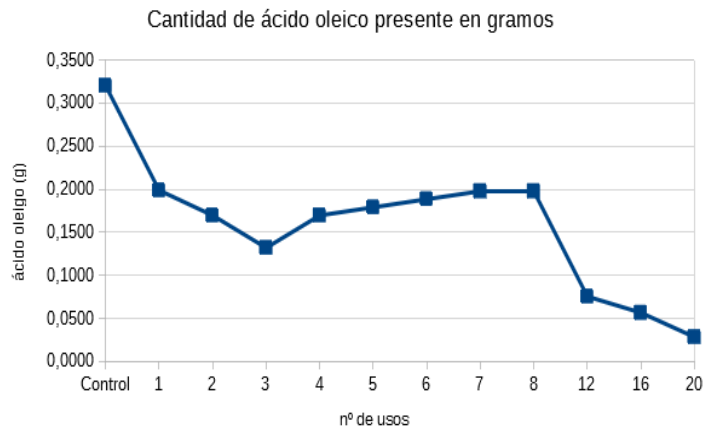
TABLA 1: DETERMINACIÓN DE ÁCIDO OLEICO, RADICALES LIBRES Y GRADO DE ACIDEZ EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE USOS

Usos	Volumen NaOH consumido (ml)	Masa de Ác. Ol. (g)	Volumen de Ác. Oleico (ml)	Grado de acidez (%)	Radicales libres (ml)	Radicales libres %
Control	1,1	0,3201	0,3577	69,90	0	0,00
1er uso	0,7	0,1987	0,2220	43,38	0,1357	37,94
2º uso	0,6	0,1695	0,1894	37,00	0,1683	47,06
3er uso	0,5	0,1318	0,1473	28,78	0,2104	58,82
4º uso	0,6	0,1695	0,1894	37,00	0,1683	47,06
5º uso	0,6	0,1789	0,1999	39,06	0,1578	44,12
6º uso	0,6	0,1883	0,2104	41,12	0,1473	41,18
7º uso	0,7	0,1977	0,2209	43,17	0,1368	38,24
8º uso	0,7	0,1977	0,2209	43,17	0,1368	38,24
12º uso	0,2	0,0753	0,0842	16,45	0,2735	76,47
16º uso	0,2	0,0565	0,0631	12,33	0,2946	82,35
20º uso	0,1	0,0282	0,0316	6,17	0,3261	91,18

Se ha obtenido la masa de ácido oleico con la fórmula descrita anteriormente. Para obtener el volumen de ácido oleico, hemos despejado el volumen usando la fórmula de la densidad (hemos asumido que la densidad del ácido oleico es de 0,895 g/ml). Sacar el volumen de ácido oleico es necesario para poder sacar el volumen de radicales libres, el cual se calcula con la variación entre el volumen de ácido oleico del control y de cada uno de los usos, es decir:

$$V_{rad. lib} = \Delta V_{ac\ oleico} = V_{ac. oleico\ control} - V_{ac. oleico\ usado}$$

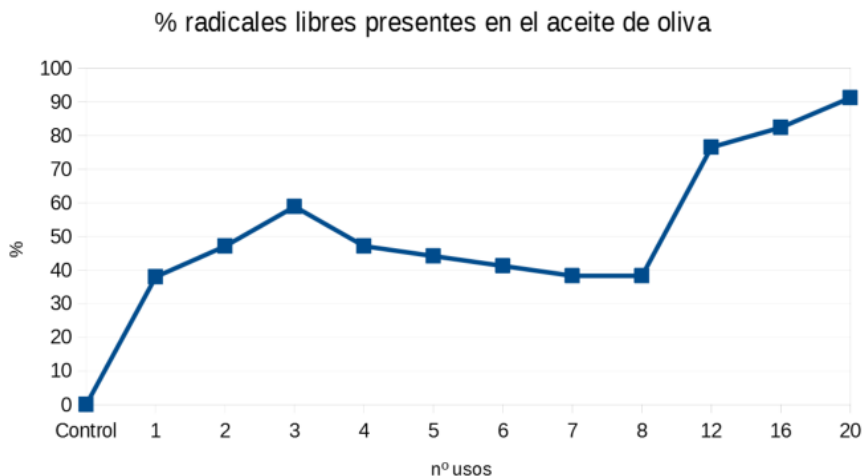




Gráfica 1. Determinación del ácido oleico en gramos

Podemos observar que a partir del primer uso, la cantidad de ácido oleico disminuye de manera importante, pues el aceite presenta un 64% menos de ácido oleico, por lo que la calidad del aceite de oliva se reduce drásticamente desde la primera vez que lo usamos para cocinar.

En los siguientes usos la calidad del aceite se mantiene constante, entre el tercer y el octavo uso se mantiene una pérdida media de 50% de oleico, hasta que lo usamos por 12ª vez, que de nuevo hay una bajada del ácido oleico considerable observándose que ya a solo permanece en el aceite un 18% del ácido oleico. Los usos 16 y 20, aunque la disminución es menor, también hace que el ácido oleico disminuya hasta cantidades muy pequeñas, tan solo un 9 %.



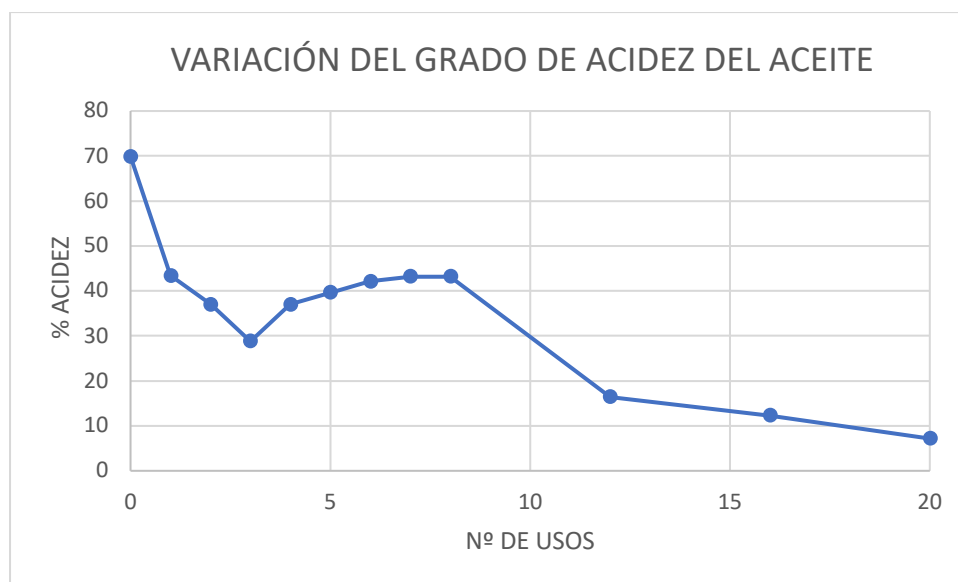
Gráfica 2. Determinación de radicales libres

La consecuencia de que el ácido oleico disminuya es que los radicales libres aumentan, haciendo así una gráfica inversa a la anterior. Entre el primer y tercer uso, se puede observar un incremento en los radicales libres de un 58%, y a partir de ahí se generan cada vez menos. Entre los usos 4 y 8, se puede observar como el porcentaje de radicales libres se mantiene en un 40% del volumen total de ácido oleico. Al usar este mismo aceite por doceava vez, este empieza a generar muchos más radicales libres, hasta

el punto de que para el uso 12 tenemos ya más de un 75% de radicales libres con respecto al volumen de ácido oleico.

El grado de acidez es el porcentaje en masa de ácido oleico en el aceite, y se expresa como:

$$\text{Grado de acidez} = \frac{\text{Mac.oleico}}{\text{Maceite}} \cdot 100$$



Gráfica 3. Evolución del grado de acidez del aceite.

Como se observa en la gráfica, la disminución del grado de acidez es paralelo a la disminución de la cantidad de ácido oleico, pues índices de acidez elevados se corresponde con mayores cantidades de ácido oleico en el aceite. La máxima disminución de la acidez tiene lugar entre el primer y tercer uso al reducirse la acidez del aceite un 40%, para posteriormente disminuir de forma más gradual.

## 6.- DISCUSIÓN

Esto hace que surja una cuestión, ¿necesitamos entonces estar usando siempre aceite nuevo en nuestras cocinas? La respuesta es no, solo cuando lo necesitemos realmente, pues hacer esto cuando solo se pierde una cantidad mínima de ácido oleico sería derrochar el aceite. Aún así, no debemos de dudar en cambiarlo si creemos que es necesario.

Es necesario saber que ni mucho menos debemos tirar este aceite al usarlo una vez. No debemos abusar del aceite tampoco, pues a partir de determinados usos, vuelve a bajar la cantidad de ácido oleico, hasta que prácticamente desaparece. A partir de ese punto se estaría cocinando con algo que a duras penas se le puede llamar aceite, y tiene una alta concentración de radicales libres (o compuestos polares) directamente relacionados con la producción de tumores.

Según el estudio de Anthony Cam et. Al, (2019), el uso de aceite de oliva reusado

potencia la aparición de cáncer de mama, edema pulmonar y hemorragia en ratones. Estas patologías se deben a la aparición de un tumor causado por este mismo aceite, por lo que hay que replantearse si es factible seguir cocinando con un aceite que ha sido usado más veces de las necesarias.

Habiendo analizado los datos, se recomienda que el aceite de oliva se use un máximo de tres veces antes de tirarlo, ya que se puede observar que a partir del cuarto uso, el aceite de oliva ya ha perdido casi la mitad del ácido oleico. Un estudio de la Universidad de Córdoba realizado por José Manuel Villalba publicado en la revista Age (2011) verifica las propiedades beneficiosas del ácido oleico anteriormente mencionadas, otorgando propiedades antioxidantes que deben de ser preservadas en el aceite durante los máximos usos posibles.

Se sabía que el aceite de oliva perdía sus propiedades al usarlo según el estudio de Aladedunye, F. A. et Al (2009), pero lo novedoso que aporta esta investigación es que prácticamente la mitad del ácido oleico se vuelven radicales libres en sólo su primer uso.

## **7.-CONCLUSIONES**

1.- La calidad del aceite de oliva se reduce casi a la mitad con su primer uso, la cantidad de oleico se reduce un 60%, mientras en los siguientes usos el aceite pierde mucho menos ácido oleico con el que se nos permite seguir cocinando y disfrutando de las propiedades beneficiosas que otorga.

2.- Con respecto a los radicales libres, la mayor parte del ácido oleico se desintegra, dando lugar a estas sustancias polares. Es necesario contar el número de veces que se usa el aceite de oliva, ya que como se ha visto, éste se degrada bastante rápido con cada uso (un 50% de radicales libres solo en el primer uso, y después un 5% de media con cada uso subsecuente).

3. – El grado de acidez del aceite de oliva sufre una disminución drástica durante los tres primeros usos lo que está relacionado con la elevada degradación que sufre el ácido oleico, mientras en usos posteriores esta disminución es más gradual.

En definitiva, el aceite de oliva pierde la mitad de ácido oleico en su primer uso, por lo cual se debe proceder con extremo cuidado con los usos siguientes. Es recomendable que se use un máximo de tres veces antes de tirarlo, pues a partir del cuarto uso, el aceite de oliva ya ha perdido casi la mitad del ácido oleico.

## **8.- AGRADECIMIENTOS.**

Gracias al centro educativo I.E.S. Fidiana por proporcionar los materiales necesarios para la investigación, al Proyecto de Innovación Educativa Fidiciencia concedido por la Consejería de Educación y a la profesora coordinadora Elena León por su ayuda en el proyecto y aportación de parte del material necesario. Agradecimientos a Ernesto Castillejo Ramos por la imagen en la portada.

## 9.- BIBLIOGRAFÍA

Aladedunye, F. A. (2009): "Degradation and Nutritional Quality Changes of Oil During Frying", *J Am Oil Chem Soc* 86 (149), 156

García Rodríguez, M<sup>a</sup>. (2008): "Práctica de laboratorio: medida de acidez del aceite de oliva", 2º Bachillerato.

Anthony Cam et. al (2019): "Thermally Abused Frying Oil Potentiates Metastasis to Lung in a Murine Model of Late-Stage Breast Cancer"

José Manuel Villalba et. Al (2011): "Beneficios antienvjecimiento del aceite de oliva mediante el estudio de las proteínas plasmáticas".