



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

## “PRÁCTICA DE LABORATORIO: MEDIDA DE LA ACIDEZ DEL ACEITE DE OLIVA”

AUTORÍA <b>M<sup>a</sup> PAZ GARCÍA RODRÍGUEZ</b>
TEMÁTICA <b>VALORACIÓN ÁCIDO-BASE</b>
ETAPA <b>BACHILLERATO</b>

### Resumen

En este artículo se plantea una práctica de laboratorio que puede realizarse en el curso de 2º de Bachillerato en la materia de química. Está relacionada con el tema de ácido base y consiste en medir la acidez de un aceite de oliva.

### Palabras clave

Valoración ácido-base, neutralización, indicador ácido-base.

### 1. UBICACIÓN DE ESTA PRÁCTICA EN 2º DE BACHILLERATO.

Teniendo en cuenta que es en 2º de Bachillerato, en la materia de Química donde se estudia con profundidad la temática ácido-base, así como las valoraciones ácido-base, tiene sentido la realización de esta práctica de laboratorio en este curso.

En muchos casos, la tarea de estudiar química, puede resultar desmotivadora, ya que el alumnado no encuentra en ella una aplicabilidad directa en el mundo que le rodea. La repercusión que esta ciencia tiene en la industria, medicina, y medioambiente, es realmente visible y apreciable si se tienen mayores conocimientos en química de los que el alumnado de este curso pueda llegar a poseer.

Sin embargo, mediante la realización de experiencias de laboratorio que son usadas realmente en la industria química, pondremos de manifiesto la importancia del estudio de la química.

Cabe destacar, que es necesario adaptar la experiencia de laboratorio concreta, al nivel educativo que nos compete. Para ello puede simplificarse algún procedimiento de los que se llevan a cabo en la experiencia de laboratorio, o prescindir de información demasiado detallada sobre el fundamento de la práctica, que no serviría más que para confundir al alumnado, que carece de conocimientos para asimilarla.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

## 2. EL ACEITE COMO TEMA TRANSVERSAL, CONOCIMIENTO DEL FOLCLORE ANDALUZ.

La cultura andaluza está íntimamente ligada al aceite de oliva. Desde hace cinco milenios las múltiples civilizaciones que se han desarrollado en torno al Mediterráneo han mantenido el aceite de oliva como uno de los elementos constitutivos de sus respectivas culturas. El aceite de oliva constituye uno de los símbolos máximos de la mediterraneidad.

Dentro de Andalucía, existen diversas zonas productoras de aceite de oliva, la gran mayoría con una o más denominaciones de origen que certifican que su aceite de oliva es un aceite virgen extra de gran calidad.

Es necesario que el alumnado sea consciente de la repercusión que esta actividad económica tiene en la cultura andaluza. Por ello, la realización de esta práctica de laboratorio, puede alentar a que se interese por algunos aspectos de este producto alimentario tan ligado a su tierra.

Previamente a la realización de la práctica de laboratorio, podemos plantear a los alumnos y alumnas algunas cuestiones sobre el tema:

- ¿Cómo se extrae el aceite de oliva de la aceituna?
- ¿Qué tipos de aceites de oliva existen? ¿En qué se diferencian?
- ¿Qué significa Denominación de Origen?

No estaría de más, aprovechar esta ocasión para tratar el tema transversal de Educación Ambiental, para lo cual podríamos plantear la cuestión:

- ¿Qué es el alpechín? ¿Qué efecto negativo tiene sobre el medio ambiente?

## 3. TIPOS DE ACEITE

Según el modo de extracción del aceite y sus cualidades organolépticas podemos encontrar en el mercado distintos tipos de aceite:

- **Aceites de oliva virgen:** Se obtiene directamente de las aceitunas usando únicamente tratamientos mecánicos, sin tener contacto alguno con disolventes orgánicos y con una temperatura durante su extracción, menor o igual a 35º C. Podemos distinguir varios tipos:
  - Aceite de oliva virgen extra: Presenta sabor y olor absolutamente irreprochables. La puntuación organoléptica, dada por un Panel de Cata cualificado, debe ser igual o superior a 6'5 puntos, y su acidez, expresada en ácido oleico, debe ser igual o menor de 1º.
  - Aceite de oliva virgen fino: Sabor y olor irreprochable, puntuación organoléptica igual o mayor de 5,5 y acidez igual o menor de 2º. Estas pequeñas diferencias con respecto al virgen extra, son prácticamente imperceptibles para el consumidor.
  - Aceite de oliva virgen corriente: Sabor y olor aceptable, puntuación organoléptica igual o mayor de 3,5 y acidez igual o menor de 3,3º.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

- Aceite de oliva virgen lampante: Sabor y/u olor defectuoso, puntuación menor de 3,5 y acidez mayor del 3,3º. No es apto para el consumo, se emplea para refinar. Su nombre procede de su antiguo uso como combustible de lámparas y candiles.
- **Aceite de oliva refinado**: Es un aceite que procede de aceites de oliva vírgenes, defectuosos y de alta acidez, mediante técnicas de refinado después de las cuales el aceite no tiene color ni sabor. Este aceite no se comercializa directamente a los consumidores. La acidez no puede ser superior a 5º.
- **Aceite de oliva**: Es una mezcla de aceite de oliva refinado y aceite de oliva virgen o virgen extra.
- **Aceite de orujo de oliva**: precisa disolventes orgánicos para su extracción.
  - Aceite de orujo de oliva crudo: No es apto para el consumo directo, y no se comercializa.
  - Aceite de orujo de oliva refinado: Aceite procedente del orujo de oliva crudo. Mediante un proceso de refinación se hace consumible, pero no se comercializa directamente a los consumidores. Presenta una acidez libre de no más de 0,3º.
  - Aceite de orujo de oliva: Es la mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y aceite de oliva virgen o virgen extra, que llega a los consumidores. Presenta una acidez libre, de no más de 1º.

#### 4. TRATAMIENTO DE LA ACEITUNA Y EXTRACCIÓN DEL ACEITE.

Las instalaciones tradicionales en las que se extrae el aceite de oliva reciben el nombre de almazaras, procedente del árabe (al-mas'sara) que significa 'extraer', 'exprimir'. En primer lugar se lleva a cabo la recolección de la aceituna, cuando ésta ha alcanzado el grado de madurez necesario. A continuación se traslada a la almazara se llevan a cabo las siguientes operaciones:

##### 1º) Cribado y lavado

Mediante el cribado se eliminan residuos como hojas, tierra, piedras... Además se realiza un lavado con agua fría para eliminar otras impurezas. Una vez limpia y escurrida se transporta al molino donde tendrá lugar la molienda.

##### 2º) Molienda

La molienda consiste en moler las aceitunas para obtener una pasta compuesta por una fase sólida (formada por restos de tejidos vegetales) y una fase líquida, de aceite y agua. Puede llevarse a cabo mediante dos procesos:

- El más tradicional se realiza en un mortero o molino de rulo, donde se tritura para romper los tejidos en los que se encuentra el aceite pero sin romper el hueso.
- Actualmente se realiza con aparatos de cilindro metálicos que actúan por compresión solamente.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

### 3º) Batido

Una vez obtenida la pasta derivada de la molienda, se procede a su batido. El batido es un proceso físico que consiste en romper la emulsión agua vegetal/aceite.

La batidora es una cuba de doble fondo. En su interior está provista de unas palas que remueven la pasta lenta y continuamente. De esta forma, el aceite emulsiona y se van juntando las gotas resultantes. Por la cuba exterior pasa agua templada, a la temperatura necesaria, para mantener la pasta del interior por debajo de los 26º C.

### 4º) Prensado y centrifugado

Podemos distinguir dos procesos, el usado de forma tradicional, y el actual:

#### - Proceso tradicional

El objetivo de este proceso es del de separar la fase líquida, compuesta de aceite y agua de vegetación de las aceitunas, de la fase sólida, denominada orujo. Es un proceso de filtración ayudado por presión.

Para llevarlo a cabo, la pasta que resulta del batido se prensa envolviéndola en capazos redondos de esparto fabricados con fibras vegetales. Éstos actúan filtrando los líquidos y reteniendo los sólidos. El líquido se trasvasa de una tinaja a otra y finalmente se decanta, por lo que libera al aceite de las sustancias que tenga en suspensión.

Con este sistema se obtienen aceites de alta calidad, pero presenta algunos inconvenientes. Por un lado es un sistema discontinuo, lo cual disminuye la productividad, y por otro requiere elevada mano de obra y altos costes.

#### - Sistema actual

Existe otro procedimiento en lugar del prensado, que actualmente es más utilizado a nivel industrial por resultar más eficiente y económico, en el que la pasta, una vez batida se centrifuga por procedimientos mecánicos, siempre sin añadir productos químicos ni calor, separando el aceite del resto de las sustancias. Este sistema está basado en la fuerza centrífuga y en el diferente peso específico de los componentes. Dentro de este sistema de centrifugado se distinguen dos variantes:

- Sistema de tres fases: En este sistema se añade agua a la mezcla obtenida del batido para facilitar su movilización y posteriormente se centrifuga, obteniendo así tres fases: aceite, alpechín y orujo. El alpechín es el agua de vegetación que contenía la aceituna, más el agua añadida. El orujo o parte sólida, está constituida por huesos, pieles y pulpa de aceituna. Ambos son aprovechados como combustibles y abonos orgánicos.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

- Sistema de dos fases: En este sistema no requiere la adición de agua, la mezcla obtenida del batido se centrifuga directamente obteniéndose dos fases, aceite y alperujo. El alperujo es una mezcla de los residuos sólidos y líquidos. En este sistema de dos fases, el residuo (alperujo) es mucho más difícil de gestionar, porque tiene un 75% de agua y para deshidratarlo hay que aplicarle temperaturas muy altas, del orden de los 1.200 ° C.

### 5º) Prensado y centrifugado

En el orujo, hay aún aceite que no puede ser extraído ni mediante presión ni mediante centrifugación, sino mediante el tratamiento con disolventes químicos, principalmente se usa hexano.

En primer lugar se somete el orujo a un proceso de secado, para eliminar la mayor parte del agua que pueda contener. A continuación se trata con un disolvente, que extrae el aceite que contiene el orujo. Por último se destila la mezcla de aceite-disolvente, para separar el aceite del disolvente aprovechando sus distintos puntos de ebullición. El disolvente puede ser rehusado.

El aceite obtenido se denomina aceite de orujo de aceituna bruto y no es comestible por lo que necesita ser refinado.

### 6º) Refinado

Como se ha indicado anteriormente, existen aceites de oliva vírgenes y aceites de orujo, que no son aptos para el consume debido a sus características organolépticas y de acidez.

Para adaptarlos al consumo humano se lleva a cabo un proceso de refinado, que consiste en varias operaciones:

- **Neutralización:** El objetivo de este proceso es eliminar la acidez excesiva. La neutralización puede llevarse a cabo mediante tratamiento químico con sosa, de forma que tiene lugar la saponificación de ácidos grasos o formación de jabones, que al ser insolubles en el aceite se eliminan con facilidad. Más usado hoy día es el tratamiento físico consistente en eliminar mediante destilación a vacío los ácidos grasos libres.
- **Decoloración:** Consiste en la eliminación de colores no deseados en el aceite, para ellos se trata el mismo con carbón activo u otras sustancias adsorbentes. El inconveniente es que se eliminan también colores que debería tener un buen aceite, y sustancias de importancia vitamínica como los carotenos.
- **Desodorización:** Se realiza para eliminar malos olores. Consiste en aplicar vapor de agua o nitrógeno a contracorriente arrastrando los compuestos volátiles del aceite que causan mal olor. El problema es que también se pierden aromas propios de un aceite de oliva de calidad.

El resultado final del proceso de refinado es un aceite insípido, incoloro y carente de aromas. Por ello se le añaden cantidades variables de aceite de oliva virgen o de aceite de oliva virgen extra.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE 2008

## 5. ACIDEZ DE UN ACEITE.

Es un error pensar que la acidez de un aceite está relacionada con su sabor, por lo general tendemos a asociar un aceite con mayor acidez a un sabor afrutado, y un aceite de baja acidez a un sabor suave.

Sin embargo, la acidez de un aceite no guarda relación con las características sensoriales del mismo, sino que está en relación con la cantidad de ácidos grasos libres que éste contiene. Los enlaces éster de grasas y aceites se hidrolizan por efecto de lipasas microbianas y liberan ácidos grasos en mayor o menor grado.

## 6. PRÁCTICA DE LABORATORIO: MEDIDA DE LA ACIDEZ DE UN ACEITE.

### 6.1. Introducción.

Para cuantificar la acidez de un aceite se hace uso de un parámetro medible en el laboratorio denominado grado de acidez. El grado de acidez de un aceite, es el porcentaje en ácidos grasos libres que contiene un aceite. En los aceites de origen vegetal se expresa dicho porcentaje, como si todos los ácidos libres fueran ácido oleico ( $C_{18}H_{34}O_2$ ). El grado de acidez se expresa en gramos de ácido oleico por cien gramos de grasa (% m/m).

Como se ha indicado en un apartado anterior, un aceite se define como extra virgen, cuando la acidez es inferior al 1%. La acidez expresada en % de ácido oleico es utilizada para distinguir el aceite de oliva extra virgen de otros aceites de oliva: un bajo valor de acidez define un proceso de extracción del aceite se ha llevado a cabo con métodos naturales y poco agresivos. Los ácidos grasos se liberan cuando la aceituna se ha maltratado durante la recolección o el transporte, cuando es defectuosa, o bien por causa de plaga o enfermedad.

Además, un alto valor del grado de acidez indica el inicio de un proceso de ranciedad, unido al decaimiento de las cualidades sensoriales del aceite de oliva.

### 6.2. Fundamento de la práctica.

Consiste en la realización de una valoración ácido-base. Basándonos en una reacción de neutralización podemos determinar la concentración de un ácido (o una base) conocida la concentración de una base (o un ácido), con la ayuda de un indicador.

En este caso tendrá lugar la reacción de neutralización entre los ácidos grasos libres del aceite y la sosa.

### 6.3. Procedimiento.

Para llevar a cabo la experiencia práctica se realizan las siguientes operaciones:

- Se toman 10 ml de aceite y se disuelven 20 ml de etanol en un erlenmeyer. Se añaden 2 ó 3 gotas de fenolftaleína, que es un indicador incoloro en medio ácido. Se emplea etanol en vez de agua, porque el aceite es soluble en este disolvente, y no en agua. Debe agitarse para garantizar la solubilización de todos los ácidos grasos libres y una buena distribución del indicador antes de realizar la valoración.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 13 – DICIEMBRE 2008

- Se prepara una disolución de NaOH de concentración conocida, y se vierte la misma en la bureta y se enrasa a cero.
- Se lleva a cabo la valoración situando el erlenmeyer bajo la bureta, y colocando un fondo blanco bajo el erlenmeyer. Se deja caer la disolución de NaOH, agitando continuamente el contenido del erlenmeyer. La valoración alcanza su fin cuando la disolución adquiere un color rosa permanente, en cuyo momento se cierra la llave de la bureta y se miden el volumen de NaOH consumido.
- Como hemos indicado anteriormente el grado de acidez se expresa en gramos de ácido oleico por cien gramos de grasa (% m/m), se consideran todos los ácidos grasos libres como si fueran ácido oleico.

En la reacción que tiene lugar, un mol de NaOH reacciona con un mol de ácido oleico, de modo que:



Mol NaOH = mol ácido oleico

$$V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}} = \frac{M_{\text{Ac.oleico}}}{PM_{\text{Ac.oleico}}}$$

Siendo  $V_{\text{NaOH}}$  el volumen de NaOH consumido expresado en litros,  $C_{\text{NaOH}}$  la concentración de NaOH expresada en mol/L,  $M_{\text{Ac.oleico}}$  la masa de ácido oleico en gramos, y  $PM_{\text{Ac.oleico}}$  el peso molecular del ácido oleico.

Despejando la masa de ácido oleico:

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

Podemos poner la masa del aceite en función de la densidad:

$$M_{\text{aceite}} = d_{\text{aceite}} \cdot V_{\text{aceite}}$$

Siendo  $M_{\text{aceite}}$  la masa de aceite,  $d_{\text{aceite}}$  la densidad del aceite, y  $V_{\text{aceite}}$  el volumen de aceite usado.

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

$$\text{Grado de acidez} = \frac{M_{\text{Ac.oleico}}}{M_{\text{aceite}}} \cdot 100 = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}} \cdot PM_{\text{Ac.oleico}}}{d_{\text{aceite}} \cdot V_{\text{aceite}}} \cdot 100$$

C/ Recogidas N° 45 - 6ª 18005 Granada [csifrevistad@gmail.com](mailto:csifrevistad@gmail.com)



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 13 – DICIEMBRE 2008

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Boskou, D. (1998). *Química y Tecnología del Aceite de Oliva*. Madrid: AMV Ediciones y Mundi-Prensa.
- Páginas web:
  - [www.anierac.com/tipos.htm](http://www.anierac.com/tipos.htm)
  - [www.oleohispana.com/aceite.htm](http://www.oleohispana.com/aceite.htm)

## Autoría

---

- Nombre y Apellidos: M<sup>a</sup> Paz García Rodríguez
- Centro, localidad, provincia: Córdoba
- E-mail: [garciampaz@gmail.com](mailto:garciampaz@gmail.com)