

**“DETERMINACIÓN DE  
HIDROXIMETILFURFURAL EN  
MIELES COMO PARÁMETRO  
INDICADOR DE LA CALIDAD DE  
LAS MISMAS”**

**PROYECTO JÓVENES CON  
INVESTIGADORES  
CURSO 2014-2015  
SEVILLA**

*Prof. Dra. Mercedes Villar Navarro.  
Facultad de Química. Universidad de Sevilla.*

*Dra. M<sup>a</sup> del Pilar Villar Navarro.  
Profesora de Física y Química del I.E.S. Itaca de Tomares (Sevilla).*

*M<sup>a</sup> Dolores Rodríguez Bernal.  
Alumna de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Itaca de Tomares (Sevilla).*

*Santiago Cobo Wajer.  
Alumno de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Martín Rivero de Ronda (Málaga)*

*Manuel Serrano  
Alumno de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Juan Ciudad Duarte de Bormujos  
(Sevilla)*



# **DETERMINACIÓN DE HIDROXIMETILFURFURAL EN MIELES COMO PARÁMETRO INDICADOR DE LA CALIDAD DE LAS MISMAS**

**PROYECTO JÓVENES CON INVESTIGADORES  
CURSO 2014-2015  
SEVILLA**

**Prof. Dra. Mercedes Villar Navarro.**  
Facultad de Química. Universidad de Sevilla.

**Dra. M<sup>a</sup> del Pilar Villar Navarro.**  
Profesora de Física y Química del I.E.S. Ítaca de Tomares (Sevilla).

**M<sup>a</sup> Dolores Rodríguez Bernal.**  
Alumna de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Ítaca de Tomares (Sevilla).

**Santiago Cobo Wajer.**  
Alumno de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Martín Rivero de Ronda (Málaga)

**Manuel Serrano**  
Alumno de 1<sup>o</sup> de Bachillerato del I.E.S. Juan Ciudad Duarte de Bormujos (Sevilla)

## Índice

|  |    |
|--|----|
| Resumen / Abstract .....   | 3  |
| 1. Introducción .....  | 4  |
| 2. Hipótesis de partida y objetivos de la investigación .....                              | 4  |
| 2.1. Hipótesis de partida .....  | 4  |
| 2.2. Objetivos de la investigación .....   | 5  |
| 3. Fundamentos teóricos .....  | 5  |
| 3.1. La miel .....   | 5  |
| 3.2. El hidroximetilfurfural (HMF) .....   | 7  |
| 3.3. Procedimiento de medida de la concentración de HMF en<br>mieles .....                 | 7  |
| 4. Materiales y reactivos .....  | 8  |
| 4.1. Materiales necesarios .....   | 8  |
| 4.2. Reactivos .....   | 8  |
| 4.3. La espectrofotometría UV-V .....  | 9  |
| 5. Procedimiento experimental .....  | 9  |
| 5.1. Asignación de significado de variables .....  | 9  |
| 5.2. Método de determinación de hidroximetilfurfural en las mieles                         | 10 |
| 6. Análisis de Resultados .....  | 15 |
| 6.1. Análisis de la influencia del tiempo de exposición al aire .....                      | 15 |
| 6.2. Análisis de la influencia de la temperatura y el tiempo de<br>exposición a ésta ..... | 16 |
| 6.3. Cálculo de la desviación estándar .....   | 17 |
| 7. Conclusiones .....  | 18 |
| Agradecimientos .....  | 19 |
| Bibliografía .....   | 20 |

## DETERMINACIÓN DE HIDROXIMETILFURFURAL EN MIELES COMO PARÁMETRO INDICADOR DE LA CALIDAD DE LAS MISMAS

M. Villar<sup>1</sup>, P. Villar<sup>2</sup>, S. Cobo<sup>3</sup>, L. Rodríguez<sup>2</sup>, M. Serrano<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química de la Universidad de Sevilla

<sup>2</sup>I.E.S. Ítaca (Tomares, Sevilla)

<sup>3</sup>I.E.S. Martín Rivero (Ronda, Málaga)

<sup>4</sup>I.E.S. Juan Ciudad Duarte (Mairena del Aljarafe, Sevilla)

### Resumen

El objetivo principal de esta investigación es la determinación de la cantidad de hidroximetilfurfural (HMF) en diferentes mieles comerciales mediante el método espectrofotométrico para verificar si pueden ser comercializadas. Además las mieles serán analizadas con el objetivo de determinar la concentración de hidroximetilfurfural después de haber sido expuestas al aire durante diferentes periodos de tiempos y calentadas a distintas temperaturas.

Palabras clave: *hidroximetilfurfural, mieles, parámetros de calidad, método espectrofotométrico*

### Abstract

The purpose of this research is to determinate the concentration of hydroxymethylfurfural (HMF) in different commercial honeybee by a spectrophotometric method in order to verify if they can legally be in trade. Afterwards, the change in the concentration of the hydroxymethylfurfural will be evaluated. The commercial honeys will be analyzed, after being exposed in different times to the air and heated storage at elevated temperatures.

Keywords: *hydroxymethylfurfural, honey bees, spectrophotometric method, quality parameters*

## **1. Introducción**

La miel es una sustancia natural dulce producida por la abeja a partir del néctar de las plantas o de excreciones de insectos depositadas en las plantas. Este producto natural juega un papel importante en la dieta; es un alimento que nos aporta una gran variedad de azúcares necesarios, como la fructosa y glucosa y otras sustancias como enzimas y ácidos orgánicos y además tiene un sabor exquisito.

Para que el público pueda disfrutar de una calidad máxima de la miel desde el 2003 en el estado Español y en la Unión Europea se requiere de una previa determinación de unos parámetros de calidad de la misma, entre los que se encuentra el contenido de hidroximetilfurfural (HMF).

Mediante Orden de 5 de agosto de 1983, fue aprobada la norma de calidad para la miel destinada al mercado interior, de acuerdo con los requisitos establecidos por la Directiva 74/409/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1974, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la miel, que fijaba las correspondientes definiciones, especificaba las diferentes variedades y denominaciones de miel que podían ser puestas en el mercado y establecía las características de composición, así como las principales indicaciones que deben figurar en el etiquetado.

Entre los parámetros que deben analizarse en la miel, se encuentra el hidroximetilfurfural, compuesto indicador de la calidad de la misma y que debe mantenerse en unos niveles inferiores a 40 mg de HMF/Kg de miel. Este compuesto, es el objeto de nuestro estudio, pues niveles elevados de HMF indican una pérdida de calidad de la misma.

La finalidad de esta investigación, es la de averiguar de qué manera factores como la temperatura y el tiempo intervienen en la formación del hidroximetilfurfural. Para ello se analizará diferentes muestras de mieles expuestas a distintas temperaturas durante diferentes periodos de tiempo. Los resultados obtenidos se compararán con los niveles máximos de HMF reflejados en la legislación vigente.

La concentración de HMF presente en las diferentes muestras de miel marcará, por consiguiente, la calidad del producto natural.

## **2. Hipótesis de partida y objetivos de la investigación**

### **2.1. Hipótesis de partida**

Lo que pretendemos en esta investigación es poder determinar los límites de los parámetros variantes (temperatura y tiempo de exposición al aire) a los cuales la miel sobrepasa el límite permitido de hidroximetilfurfural.

Nuestra hipótesis sería pues:

"Cuanta mayor es la temperatura que aplicamos a las mieles, mayor es la formación de hidroximetilfurfural en la miel".

Lo mismo ocurre si aumentamos el tiempo:

"Cuanta mayor es el tiempo de exposición al aire de las mieles, mayor es la formación de hidroximetilfurfural en la miel".

Procederemos a investigar cómo aumenta la concentración de HMF con las variables mencionadas anteriormente, así como si las mieles cumplen con los requisitos necesarios para su distribución.

## **2.2. Objetivos de la investigación**

Nuestros objetivos son:

1. Analizar, mediante espectrofotometría ultravioleta (UV), la formación de HMF al variar factores como tiempo y temperatura.
2. Comparar y definir qué factores influyen más en la formación de HMF en las mieles.

## **3. Fundamentos teóricos**

### **3.1. La miel**

La miel es un alimento elaborado por las abejas que se puede obtener mediante tres fuentes distintas:

- Del néctar de las flores.
- De las secreciones de partes vivas de las plantas.
- De excreciones de insectos que se encuentran sobre las plantas.

Las abejas se encargan de agregarles enzimas, que ellas mismas segregan y, a continuación la almacenan en sus panales donde madura y se deshidrata, convirtiéndola en una sustancia líquida, rala y alta en carbohidratos.

La clasificación de la miel se puede realizar:

Según su origen:

- Miel de flores: La miel proviene directamente del néctar de las plantas.
- Miel de mielada: Es aquella miel que no está formada a partir del néctar de las flores sino a partir de las secreciones de ciertas plantas o de las secreciones de ciertos animales que ingieren la savia de las plantas.

Según de la variedad del origen del néctar:

- Miel multifloral: Es aquel tipo de miel formada a partir de muchas flores, ninguna de las cuales puede considerarse como la de mayor proporción.
- Miel monofloral: Aquella en cuya composición abunda principalmente en una flor.

Según su elaboración o su presentación:

- Miel en panal: es la miel depositada por las abejas en los alvéolos operculados de panales recientemente construidos por estas, o en finas hojas de cera en forma de panal realizadas únicamente con cera de abeja, sin larvas y vendida en panales, enteros o no.
- Miel con trozos de panal o panal cortado en miel: es la miel que contiene uno o más trozos de miel en panal.
- Miel escurrida: es la miel que se obtiene mediante el escurrido de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel centrifugada: es la miel que se obtiene mediante la centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel prensada: es la miel obtenida mediante la compresión de los panales, sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45° C.
- Miel filtrada: es la miel que se obtiene eliminando materia orgánica o inorgánica ajena a la miel de manera tal que se genere una importante eliminación de polen.

En relación a su composición, como hemos dicho anteriormente, la miel es un producto natural alto en carbohidratos. La evaporación de agua (la deshidratación que sufre) hace posible una alta concentración de azúcares (80-83%) por unidad de volumen. Así, la miel está compuesta mayormente de azúcares. Son estos azúcares los que imparten a la miel sus características principales. La levulosa (fructosa) es la azúcar predominante.



Los minerales más comunes en la miel son: potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, cloro, fósforo, azufre y la sílica. Además podemos encontrar varias vitaminas, como el ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), ácido nicotínico y piridoxina (vitamina B6).

### 3.2. El Hidroximetilfurfural (HMF)

El hidroximetilfurfural (HMF) se trata de un aldehído y un furano, es uno de los compuestos formado por la degradación de los productos azucarados, en particular por deshidratación de la fructosa.

Ni el néctar ni las mieles frescas contienen HMF, por consiguiente este compuesto no es una propiedad intrínseca de la miel. Este compuesto aparece de forma espontánea y natural en la miel debido al pH ácido, al agua y a la composición rica en monosacáridos (fructosa y glucosa), aumentando su concentración con el tiempo y otros factores. Los niveles de HMF aumentan significativamente cuando la miel es sometida a tratamientos térmicos inadecuados.

El contenido de HMF en la miel es un indicativo de las condiciones en que la misma fue almacenada, el tratamiento recibido y la edad de la miel.

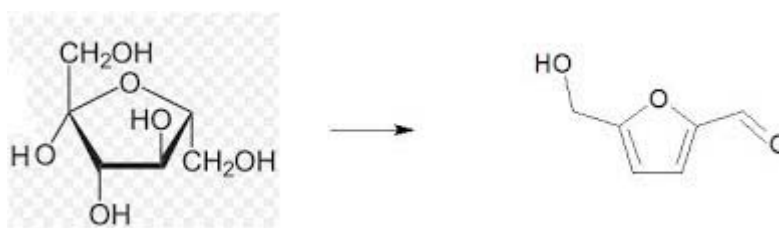


Figura 1. Descomposición de la fructosa en HMF  
Fuente: <http://quimicaparatodosmuchomas.blogspot.com.es>

### 3.3. Procedimiento de medida de la concentración de HMF en mieles

Para el análisis de HMF se utiliza un método espectrofotométrico en la región ultravioleta. La determinación consta en utilizar dos alícuotas clarificadas de una muestra. Una de ellas, a la que se le adiciona agua, es medida frente a otra (blanco), a la que se le añade igual volumen de bisulfito de sodio, el cual destruye el HMF. La muestra es determinada midiendo las absorbancias a 284 y 336 nm.

Ya que el bisulfito de sodio destruye el HMF, el contenido del primer tubo (muestra con bisulfito) se utiliza como referencia para medir la absorbancia. El contenido del segundo tubo (con agua desionizada) constituirá la solución de muestra a medir.

## 4. Materiales y reactivos

### 4.1. Materiales necesarios

- Espectrofotómetro capaz de medir una longitud de onda de entre 284 nm a 336 nm al menos.
- Cubetas de cuarzo (ya que estas permiten el paso de la luz ultravioleta) de un centímetro de paso de luz.
- Embudo.
- Papel de filtro
- Tubos de ensayo
- Matraces aforados de 50 mL
- Pipetas aforados de 10 mL y 5 mL
- Vasos de precipitado de 50 mL
- Balanza analítica
- Granatario

### 4.2. Reactivos

- Solución Carrez I: Disolver 1,5 g de ferrocianuro de potasio trihidratado ( $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3 H_2O$ ) y diluir con 10 mL de agua destilada.
- Solución Carrez II: Disolver 3 g de acetato de zinc dihidratado ( $Zn(AcO)_2 \cdot 2 H_2O$ ) y disolver a 10 mL con agua destilada.
- Solución de sulfito ácido de sodio ( $NaHSO_3$ ) y diluir a 100 mL con agua destilada.



*Figura 2. Muestras de miel analizadas.  
Laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla.*

### 4.3. La espectrofotometría UV-V

El espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad del analito.

En espectroscopía el término luz no sólo se aplica a la forma visible de radiación electromagnética, sino también a las formas de ultravioleta (UV) e infrarroja (IR), que son invisibles. En espectrofotometría de absorbancia se utilizan las regiones del ultravioleta y el visible.

Región Ultravioleta: 10-380 nm

Región Visible: 380-780 nm

Región Infrarroja: 780-30.000 nm

La cantidad de luz absorbida dependerá de la distancia que atraviesa la luz a través de la solución de cromóforo y de la concentración de este.

En primer lugar se debe hacer un cero con una disolución que contenga los mismos componentes de la muestra problema excepto el analito objeto de estudio. Posteriormente se mide la absorbancia de la muestra.

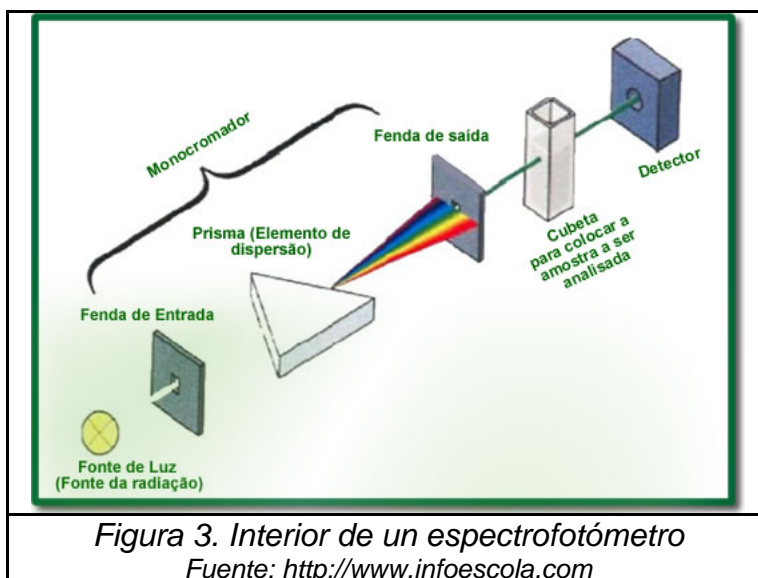


Figura 3. Interior de un espectrofotómetro

Fuente: <http://www.infoescola.com>

## 5. Procedimiento experimental

### 5.1. Asignación de significado de variables

Las variables con las que trabajaremos en esta investigación serán distintas mieles de distintas apicultoras para confirmar si realmente cumplen con la ley limitadora del hidroximetilfurfural.

Otros parámetros que podrían influir directamente en el resultado de la concentración de este compuesto son la temperatura y el tiempo a los que se expone las distintas mieles, aumentando así la concentración del hidroximetilfurfural en la miel.

Así los factores utilizados en esta investigación serán los siguientes:

| TEMPERATURA | TIEMPO |
|-------------|--------|
| AMBIENTE    | 0 h    |
| AMBIENTE    | 1 año  |
| 40 °C       | 4 h    |
| 60 °C       | 4 h    |
| 60 °C       | 24h    |
| 80 °C       | 4 h    |

*Tabla 1. Variación de los factores temperatura y tiempo en las muestras de miel analizadas*

## 5.2. Método de determinación de hidroximetilfurfural en las mieles

El método utilizado para la determinación de HMF en mieles es el descrito a continuación:

1. Pesar 5 g de miel en un vaso de precipitado. A continuación, disolver con 25 mL de agua destilada.
2. Transvasar la disolución a un matraz de 50ml y añadir 0.5 mL de la solución Carrez I y 0.5 mL de la solución Carrez II.
3. Enrasar con agua destilada.
4. Mezclar.
5. Filtrar utilizando papel de filtro y un embudo. Despreciar los primeros 10 mL de filtrado.
6. Pipetear 5 mL de los filtrados en tubos de ensayo.
7. Añadir 5 mL de agua destilada a uno de los tubos (muestra) y 5 mL de sulfito ácido de sodio (referencia) y mezclar suavemente.

Determinar la absorbancia de la muestra y de la referencia a 284 nm y a 336 nm en cubetas de cuarzo (cubetas de UV). Hacer autocero en el espectrofotómetro con agua destilada para cada longitud de onda, por lo que se hará al inicio de la medida y en el cambio de longitud de onda.

El contenido de hidroximetilfurfural expresado en mg por 100 g de miel vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$\text{HMF (mg/100g)} = \frac{(A1 - A2) \times F \times 5}{P}$$

Donde:

A1= Absorbancia medida a 284 nm

A2= Absorbancia medida a 336 nm

P= Peso de la muestra (en gramos)

F= 14,97 (para expresarlo en mg/100g)



*Figura 4. Pesada de las muestras de miel en balanza analítica. Laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla.*





*Figura 5. Alumnos procesando las muestras en el laboratorio bajo la supervisión de la Prof. Dra. Mercedes Villar.*

*Laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla.*



*Figura 6. Análisis de HMF en miel mediante espectrofotetría UV  
Laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla.*



## 6. Análisis de Resultados

### 6.1. Análisis de la influencia del tiempo de exposición al aire

Para realizar esta investigación, realizamos en primer lugar una medición comparada entre dos mieles de distintos fabricantes, una recién abierta y otra que estuvo abierta durante un año (a temperatura ambiente).

Las muestras se procesaron por triplicado. Los resultados se presentan a continuación:

Miel A (recién abierta):

Masa = 5,0475 g

Absorción a 284 nm: 0,142

Absorción a 336 nm: 0,003

Miel B (abierta hace un año):

Masa = 5,0525 g

Absorción a 284 nm: 0,104

Absorción a 336 nm: 0,000

Empleando la fórmula mencionada anteriormente:

$$\text{HMF (mg/100g)} = \frac{(A1 - A2) \times F \times 5}{P}$$

Donde:

A1= Absorbancia medida a 284 nm

A2= Absorbancia medida a 336 nm

P= Peso de la muestra (en gramos)

F= 14,97 (para expresarlo en mg/100g)

Al sustituir las mediciones en la fórmula obtuvimos los siguientes resultados:

Miel A (recién abierta):

2,06 mg HMF/100g de miel

Miel B (abierta hace un año):

2,10 mg HMF/100g de miel

Como podemos observar la diferencia entre ambas es mínima, y están por debajo del límite legal de 4 mg/100g (40 mg/Kg).

Este resultado nos permite suponer que el tiempo de exposición al aire (a temperatura ambiente), no debe influir en la formación de HMF, el cual ha debido aparecer en las mieles debido al procesado de estas con objeto de su comercialización.

## 6.2. Análisis de la influencia de la temperatura y el tiempo de exposición a ésta.

Para realizar el estudio de la influencia de la temperatura y el tiempo de exposición a esta de la miel se procedió de la siguiente forma. Las muestras que se estudiaron eran de la miel A (miel recién abierta) y se variaron las condiciones de temperatura y tiempo, tal y como se indica en la tabla que se presenta a continuación (*Tabla 2*). Las muestras, al igual que en el apartado anterior, se procesaron por triplicado.

Obtuvimos los siguientes resultados:

| MUESTRA | MASA<br>(g) | TEMPERATURA<br>(°C) | TIEMPO DE EXPOSICIÓN<br>(hora) | CONCENTRACIÓN HMF<br>(mg HMF/100 g miel) |
|---------|-------------|---------------------|--------------------------------|--|
| A1      | 5,073 g     | 40 °C               | 4 horas                        | 2,78                                     |
| A2      | 5,048 g     | 60 °C               | 4 horas                        | 4,17                                     |
| A3      | 4,578 g     | 60 °C               | 24 horas                       | 6,03                                     |

*Tabla 2. Variación de la temperatura y el tiempo de exposición de la miel a ésta*

Una de los triplicados de la muestra A2, no fue procesada correctamente, por lo que fue desechada.

Además de estas 3 muestras había una más, que fue expuesta a 80 °C, pero se caramelizó y no pudo ser analizada.

En esta tabla que se muestra a continuación (*Tabla 3*) se puede observar claramente el aumento de la concentración de HMF a medida que aumenta la temperatura. Por lo tanto podemos afirmar que nuestra hipótesis de partida, "la concentración de HMF aumenta con la temperatura", puede considerarse correcta. Además, como comentaremos en el siguiente apartado, el tiempo de exposición de la miel a temperaturas elevadas también aumenta la concentración de HMF.

| Condiciones de exposición de la miel A | Temperatura: | ambiente | 40 °C | 60 °C | 60 °C |
|--|--------------|----------|-------|-------|-------|
|  | Tiempo:      | 0 h      | 4 h   | 4 h   | 24 h  |
| HMF (mg HMF/100g miel)                 |              | 2,06     | 2,78  | 4,17  | 6,03  |

*Tabla 3. Resumen de la variación de las condiciones de temperatura en la determinación de HMF en miel.*

### 6.3. Cálculo de la desviación estándar

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población), es decir, es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media. Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de los resultados obtenidos. La desviación estándar es un parámetro que da cuenta de la dispersión de los datos obtenidos. Para una muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Siendo  $X_i$  el valor obtenido de cada medida realizada,  $\bar{x}$  la media aritmética de las medidas, y  $n$  el número de medidas realizadas.

En nuestro caso las medidas de cada una de las mieles analizadas se han realizado por triplicado.

Como ejemplo de cálculo de la desviación estándar vamos a realizar el de las muestras A1 y A2, muestras en las que se varía la temperaturas (40 °C y 60 °C) manteniéndose el tiempo de exposición a estas temperaturas constante (4 h).

Como se ha mencionado con anterioridad, una de las muestras A2 se despreció al obtenerse un valor muy alejado del resto de muestras, por lo que se supone un error experimental en el procesado de la misma.

Así,

| MUESTRA | HMF en cada muestra (mg HMF/100g miel) | s    | HMF (mg HMF/100g miel) |
|---------|--|------|------------------------|
| A1      | 2,89                                   | 0,10 | 2,78 ± 0,10            |
|         | 2,75                                   |      |                        |
|         | 2,70                                   |      |                        |
| A2      | 3,30*                                  | 0,06 | 4,17 ± 0,06            |
|         | 4,21                                   |      |                        |
|         | 4,12                                   |      |                        |

Tabla 4. Cálculo de la desviación estándar (s) en las muestras A1 y A2.

\* Valor despreciado en el cálculo de s.

## 7. Conclusiones

Atendiendo a los resultados que obtuvimos en la primera sesión, en la que realizamos las mediciones a temperatura ambiente, comprobamos que el tiempo que esté abierta la miel no afecta a la formación de HMF, ya que la concentración que tenían ambas muestras era prácticamente la misma. En consecuencia, pensamos que la formación de HMF en estos casos debe estar relacionada con su elaboración.

Sin embargo, cuando se expusieron las muestras de miel a distintas temperaturas se observó que la cantidad de HMF aumentaba progresivamente a medida que aumentábamos la temperatura. Además, si se expone la miel a una temperatura de 60 °C durante 4 horas se sobrepasa el límite legal de HMF.

Cabe destacar que, a 40 °C, una temperatura que se puede alcanzar fácilmente un día de agosto en Sevilla, no se pasa del límite legal de HMF.

Por otro lado, el tiempo de exposición a temperaturas elevadas si parece incidir en la concentración de HMF, puesto que hemos observado un aumento en la concentración de este compuesto al exponer las muestras a 60 °C y variar el tiempo de exposición (4 h y 24 h).

## **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido realizada gracias al interés y ayuda recibida por parte de algunas personas e instituciones, que han sido imprescindibles para la elaboración de este proyecto.

En primer lugar, nuestro agradecimiento a la Universidad de Sevilla, a la Facultad de Química y a su Ilma. Sra. Decana. Prof. Dra. María Pilar Malet Maenner por permitirnos llevar a cabo este trabajo de investigación.

Agradecemos profundamente la colaboración de los tutores de los proyectos: Prof. Dr. Juan Luis Pérez Bernal, Prof. Dra. Ruth Fernández Torres y a la estudiante de doctorado Julia Kazakova.

En especial queremos mostrar nuestro agradecimiento a la Prof. Dra. Mercedes Villar Navarro, siendo esta la guía y tutora de nuestro proyecto. Agradecemos sus orientaciones y disponibilidad, haciendo de ésta una experiencia muy positiva.

A nuestros respectivos profesores, Pilar Villar Navarro, María Naranjo Suárez, Antonio Marcos Naz Lucena, Alina Chmielewski y Carolina Clavijo Aumont, por motivarnos a realizar este proyecto y brindarnos su apoyo y confianza durante todo el desarrollo de la investigación.

También cabe mencionar agradecimiento especial a la Profesora Carolina Clavijo Aumont, por ser la coordinadora de proyecto y por su apuesta en este proyecto piloto.

A nuestros respectivos centros educativos, I.E.S. Ítaca (Tomares, Sevilla), I.E.S. Martín Rivero (Ronda, Sevilla) y I.E.S. Juan Ciudad Duarte (Castilleja de la Cuesta, Sevilla), por demostrar una vez más su preocupación porque recibamos una educación de calidad llena de oportunidades que complementen nuestro desarrollo estudiantil.

Y por último a nuestra familia, un pilar esencial en nuestra vida que nos ha apoyado durante el desarrollo del proyecto, inspirándonos y apoyándonos siempre que ha sido necesario.



Figura 7: La Prof. Dra. Mercedes Villar con los alumnos del proyecto.

## Bibliografía

- LeBlanc B.W. et al. *Formation of Hydroxymethylfurfural in Domestic High-Fructose Corn Syrup and Its Toxicity to the Honey Bee*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009, 57 (16), pp 7369–7376.
- Miller J.; Miller J. Estadística y quimiometría para química analítica. Pearson Educación. 2002.
- Skoog, D.A. Principios de análisis instrumental. Ed. Paraninfo. 2009.
- <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=miel-natural-beneficios>
- <http://perso.wanadoo.es/sergioram1/espectrofotometria.htm>
- Orden de 5 de agosto de 1983, fue aprobada la norma de calidad para la miel destinada al mercado interior, de acuerdo con los requisitos establecidos por la Directiva 74/409/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1974, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la miel.

*“Determinación de hidroximetilfurfural en mieles como  
parámetro indicador de la calidad de las mismas”*

*PROYECTO JÓVENES CON INVESTIGADORES  
CURSO 2014-2015*

---