

**LA PALINOLOGÍA COMO HERRAMIENTA DE INTERPRETACIÓN:
PROPUESTA DE UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA TIPO “CSP” EN EL AULA.**
Reconstruction of “CSP” experiences in the school, through the use of the Palynological methodology

M. B. Ruiz Zapata (), C. Gómez González (*), M. J. Gil García (*) y A. González (**)*

RESUMEN

Se propone llevar a cabo una recreación de la investigación de un palinólogo en el campo de la Arqueología, así como del uso de esta disciplina de forma eficaz para otros objetivos sociales como la resolución de casos criminalísticos, como en la determinación de la calidad y denominación de origen de un producto alimenticio como es la miel. La metodología propuesta resulta apta para llevarla a cabo con alumnos de amplio rango de edad, si bien por la naturaleza de la propuesta parece indicada su realización con alumnos de edades comprendidas entre los 9 a 15 años.

ABSTRACT

We propose some activities based on some typical palynological studies applied to different topics, including archaeological investigations, the resolution of forensic problems, and criminalistic cases such as establish the quality and origin of the honey. These activities are based on the use of a very simple methodology, very adequate for apply with students of secondary education (9-15 years old).

Palabras clave: *Palinología, reconstrucción paisaje vegetal, determinación origen de la miel, investigación criminalística*

Keywords: *Palynology, vegetation and landscape reconstruction, honey origin, criminalist investigation*

INTRODUCCIÓN

La Palinología o ciencia que estudia los granos de polen, es abordada, desde el mundo de la Geología, en su vertiente paleontológica, ya que permite reconstruir paisajes vegetales, paleoclimas y actividad antrópica. Bajo esta perspectiva el estudio del contenido en polen, puede ser empleado en otras disciplinas, con el fin de ayudar en la resolución de problemas relacionados con la ubicación y/o procedencia de las denominadas “muestras problema”.

Estas “muestras problemas” abarcan campos de distinta índole, pero en este trabajo/taller vamos a centrarnos en tres de ellos por la trascendencia que presentan a nivel social. En primer lugar se trata de abordar la reconstrucción de la vegetación y su aplicación al campo de la arqueología. A continuación, desde una vertiente más actual, tenemos el caso de la denominada Palinología Forense, o aplicación de la palinología en la resolución de casos asociados a hechos criminalísticos, ya que a través del contenido en polen (ropa, zapatos, etc.) del cadáver es posible establecer la relación que existe con el paisaje vegetal del lugar del hallazgo o de la escena del delito. Finalmente se analizará el contenido en polen de un producto alimentario como es la miel, ya que se trata de uno de los parámetros establecidos para el control de calidad y denominación de origen; la relación positiva o negativa del contenido en polen

con su lugar de procedencia y/o composición, va a ser determinante a la hora de detectar posibles fraudes alimentarios.

Estos aspectos pueden ser contemplados desde una perspectiva sencilla, con el fin de facilitar el acceso a una investigación, que desde las tres áreas comentadas, son de gran interés social; para ello proponemos abordar la problemática planteada, mediante una simulación de fácil ejecución, que puede ser realizada en el aula y dirigida a alumnos de amplio rango de edad, si bien por los contenidos didácticos y desarrollo de las materias en Secundaria, el rango de 12 a 15 años sería muy aconsejable.

OBJETIVOS

El objetivo fundamental es dar a conocer como el estudio del grano de polen permite la resolución eficaz de problemas en distintos campos de investigación tanto climática, forense como dentro del control de calidad alimentario.

Acercar al alumno, de un modo sencillo a la Palinología como herramienta para reconstruir la vegetación, fundamentalmente desde el punto de vista paleontológico (reconstrucción paleoambiental, paleoclimática y actividad antrópica, de un yacimiento) sin olvidar el papel que tiene dicha disciplina

(*) Departamento de Geología. Universidad de Alcalá. 28871 Alcalá de Henares, Madrid. (Spain). blanca.ruiz@uah.es

(**) Centro Apícola de Marchamalo. Guadalajara. avgonzalez@jcm.es

como control de calidad de un producto alimenticio (miel). Por último, su aplicación en la resolución de hechos delictivos y/o criminalísticos que tanto interés social presenta en nuestros días.

MATERIAL

Con el fin de que esta experiencia pueda ser realizada por/con alumnos de un amplio espectro de edad, se ha tratado de evitar una metodología de extracción compleja y/o asociada al empleo de cualquier tipo de reactivos así como de un instrumental a veces no accesible al Centro donde vaya a ser realizada.

Para ello se contará con el siguiente material:

- Microscopio óptico, x40
- Granos de polen:
 - procedentes de un herbario: de pino, romero, brezo, girasol, eucalipto y acacia,
 - polen apícola comercial (preparado alimenticio de venta en herbolarios)
- Miel de romero y brezo, girasol, eucalipto y acacia.
- Portas y cubres
- Cinta adhesiva y etiquetas
- Guantes de látex
- Clave de identificación de granos de polen (Fig. 1)
- Clave de identificación de muestras patrón (Fig. 2)

METODOLOGÍA

En este apartado se plantean de un modo independiente las “*metodologías*” aplicadas a cada uno de los campos a tratar, teniendo en cuenta la diferencia de objetivos que se proponen; por un lado la reconstrucción de la vegetación (con aplicación en Arqueología, e Investigaciones Forenses) y por otro, el control de calidad de un producto alimenticio. A pesar del carácter inocuo de la metodología propuesta, apta para un amplio rango de edad, por la complejidad que encierra y la utilidad con los programas académicos, se presupone una edad entre 12-15 años. Por otro lado las dos líneas de trabajo propuestas, son independientes entre sí, y será el profesor, el responsable de decantarse por una o por otra de acuerdo a las necesidades docentes de su alumnado.

En cuanto a los planteamientos metodológicos, es necesario especificar que tanto para reconstrucción la vegetación como para detectar el fraude alimentario, el profesor deberá preparar un conjunto de denominadas muestras patrón, que sirvan de referencia para llevar a cabo la identificación de las denominadas muestras problema. Este paso conlleva la preparación de un material previo, como son los granos de polen, procedentes directamente de la flor o de un herbario; en el

apartado de material se aconsejan algunos de ellos, en base a la facilidad para su identificación. Estos pólenes serán conservados directamente en tubos de vidrio (se aconseja que previo a su utilización dichos granos de polen pasen 24 h inmersos en vinagre, para facilitar su observación e identificación). El otro material a utilizar es el polen comercial, de venta en herbolarios; su presentación en pequeñas bolas requiere de un proceso previo de disolución en un poco de agua, antes de su uso. En ambos casos la eliminación del líquido empleado (agua o vinagre) se realizará por filtración a través de malla de 250 μm y el residuo obtenido se dejará secar hasta la evaporación del agua/vinagre.

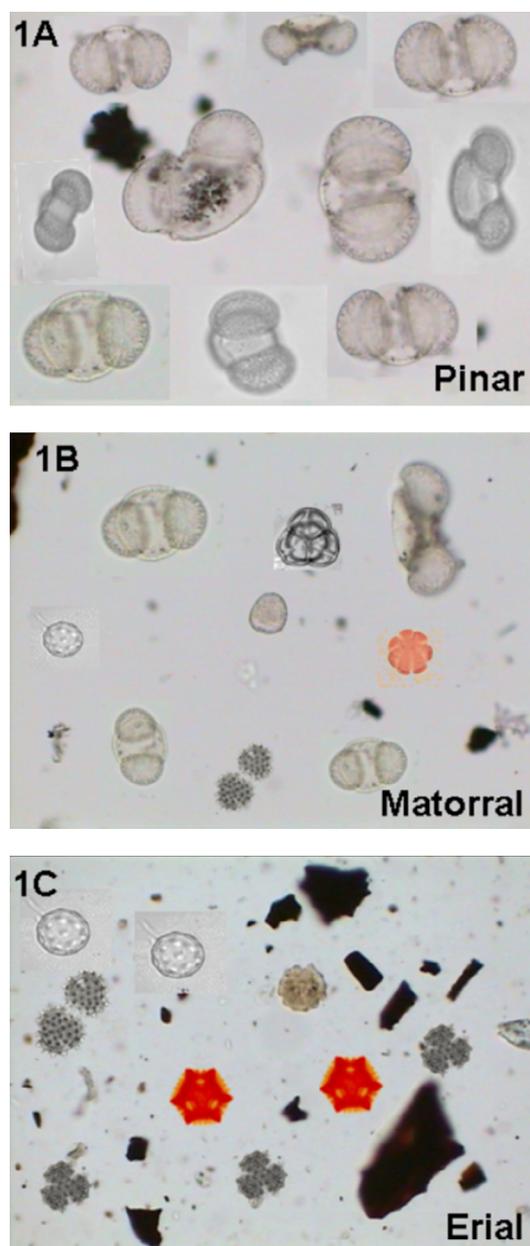


Fig. 1. Muestras patrón de los modelos de paisaje vegetal. 1a: pinar. 1b: pinar degradado o matorral. 1c: paisaje abierto.

Reconstrucción del paisaje vegetal (Arqueología y Palinología Forense)

Se trata de establecer la diferencia entre un paisaje de bosque y un paisaje abierto, mediante la simulación de los mismos.

Preparación de las muestras patrón.

Teóricamente la lámina obtenida, procede de la homogeneización de muestras superficiales que recogen la lluvia polínica actual (briófitos) de cada formación vegetal y de su posterior tratamiento químico para la extracción y concentración del contenido en polen, de acuerdo con los protocolos estándar (Coîteax, 1977; Goeury y Beaulieu, 1979). Dada la inviabilidad de dicho proceso, fuera de los laboratorios especializados, se propone llevar a cabo una recreación del mismo en base a la mezcla directa de granos de polen, extraídos de las flores (frescas o procedentes de herbarios). En el caso de un paisaje forestal (Fig. 1A), se recomienda el empleo casi exclusivo de granos de polen de pino, por ser un gran productor y presentar un grano fácilmente identificable (ver clave de identificación). Para recrear un paisaje abierto, tipo descampado (Fig. 1C), se emplearán granos procedentes del preparado comercial de polen, por estar constituidos en exclusividad por taxones herbáceos. Un tercer tipo de paisaje puede ser el resultante de la mezcla del polen apícola comercial con granos de pino, para simular bien un bosque en vías de degradación (Fig. 1B) o de recuperación (matorral).

De cada uno de estos grupos, una vez realizado el proceso de secado, se toma una pequeña cantidad que se mezcla con glicerina, en un tubo ependorff; se homogeniza la mezcla y se vierte una gota sobre un portaobjeto, el cual se cubrirá y sellará con un cubre-objetos (por cuestiones de seguridad se recomienda utilizar cinta adhesiva, para evitar posibles "accidentes" con los cubres). Se identificará cada lámina de acuerdo a su contenido (bosque, bosque degradado y paisaje abierto).

Preparaciones muestras problema.

a) Arqueología. Se trabajará con las mismas muestras patrón (preparadas por el profesor), pero en este caso irán identificadas mediante una sigla, que haga referencia a su posición de acuerdo a una secuencia temporal. El alumno deberá identificar el tipo de paisaje con el que corresponde y conociendo cual es más "antigua" y cual más "moderna", podrá determinar los cambios acaecidos en el paisaje. La interpretación en términos climáticos y/o antrópicos (Ruiz Zapata *et al.*, 1996, 2006) será guiada por el profesor a través de información suplementaria sobre el supuesto yacimiento del que "proceden" dichas muestras. Por ejemplo: para una interpretación climática se podría aportar información sobre la existencia de complejos glaciares asociados, o la presencia de un listado de fauna fría y/o cálida para al menos alguno de los niveles de donde procede la muestra problema. En el caso de relacionarlo con el impacto por una determinada actividad antrópica, la

procedencia de las muestras se relacionará con un yacimiento arqueológico, y se añadirá, con al menos algunas de las muestras problema, información acerca de la presencia en el mismo, de útiles, cerámicas, etc., que sirvan para completar el marco temporal y las circunstancias que rodearon el desarrollo de ese hipotético yacimiento.

b) Palinología Forense. En este caso el profesor encargado de la simulación, empleará tres fragmentos de un mismo tejido; cada uno de ellos, lo impregnará con los residuos polínicos procedente del secado (bosque, bosque degradado y paisaje abierto), con el fin de simular la adherencia de los granos de polen de una zona, sobre la ropa de un "supuesto cadáver". El problema a plantear en este ejercicio radica en determinar si el escenario del hecho delictivo corresponde o no con el lugar en el que se ha hallado el "cadáver", para lo cual el profesor añadirá la información sobre la presunta procedencia del resto a analizar. Para acceder a la información de la muestra problema, el alumno llevará a cabo la extracción de los granos de polen del tejido, mediante el empleo de cinta adhesiva que pegará directamente sobre el portaobjeto, quedando la lámina preparada para su observación. Se ha de tener en cuenta que las muestras de tejido, deben tratarse como si de una prueba pericial se tratara. Su manipulación se realizará con el empleo de guantes de látex; y su conservación y etiquetado en sobres de papel. Se propone que las muestras problemas aborden tanto casos coincidentes (cadáver hallado en bosque y polen de la "ropa" correspondiente a un bosque) y viceversa.

Fraude Alimentario

Se propone llevar a cabo una investigación relacionada con el origen geográfico, la determinación de la denominación de origen y composición de la miel, así como de la posibilidad de poder detectar la existencia de un fraude alimentario en dicho producto. Al igual que en el caso anterior, se prepararán dos tipos de láminas:

– Preparación de muestra patrón. Están basadas en la simulación de un residuo polínico obtenido tras un tratamiento químico de la miel, (Louveau *et al.* 1978) para la extracción y concentración de los granos de polen. Dicha simulación consiste en enriquecer, muestras de miel comercial (de romero, de brezo, girasol, eucalipto y acacia. Fig. 2) mediante la adición de granos de polen de la misma naturaleza, ya sea fresco o procedentes de un herbario. En el caso de la miel multifloral, se añadirá una mezcla de todos los pólenes anteriormente usados más el procedente del polen comercial. Recordemos que el preparado del polen para enriquecer las muestras está sujeto al mismo proceso de secado que en el caso anterior. Se montarán las láminas patrón de cada tipo de miel y etiquetas para su identificación.

– Preparación muestra problema. Para realizar este paso el profesor previamente habrá realizado un preparado de miel enriquecido en cada uno de

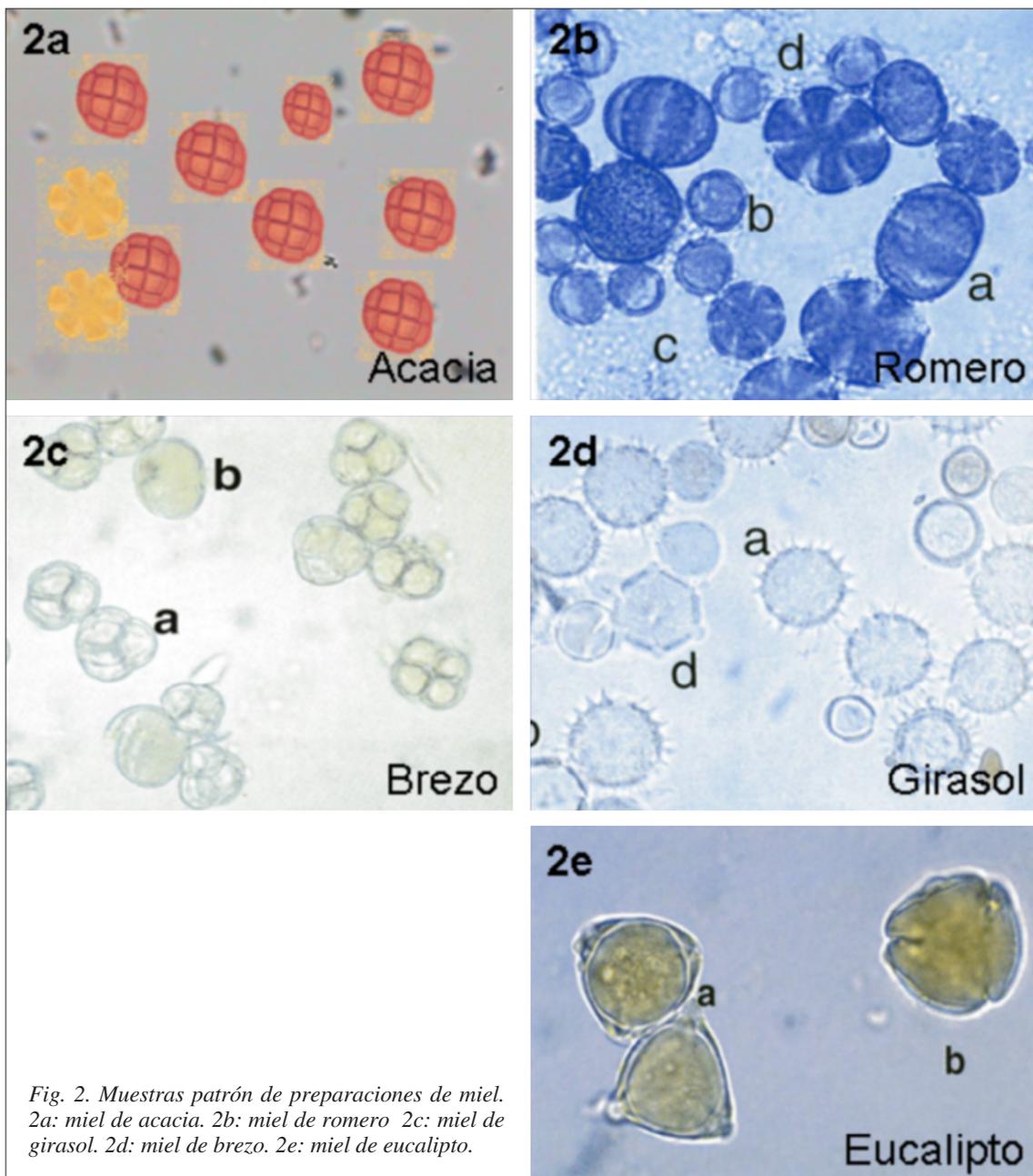


Fig. 2. Muestras patrón de preparaciones de miel. 2a: miel de acacia. 2b: miel de romero 2c: miel de brezo. 2d: miel de girasol. 2e: miel de eucalipto.

los casos propuestos, así como un preparado, realizado con un poco de miel, para dar color y consistencia, y azúcar diluida (en proporción: 1 cucharada de miel y dos de azúcar diluida). Estos preparados se conservarán en tubos *ependorff*, para dar más realismo a la prueba y se identificarán sólo con un número. El alumno deberá montar una gota en un portaobjetos, sellar con un cubreobjetos o en su defecto con cinta adhesivo y determinar su contenido.

Para este caso se proponen las siguientes situaciones:

- identificación del polen y denominación del tipo de miel.
- establecer la relación entre el contenido polínico, la localidad geográfica.

- detección de fraudes, ya sea por falta de polen o por la adjudicación a una localidad geográfica, errónea.

Para llevar a cabo los ejercicios propuestos, es necesario realizar, mediante la observación al microscopio de cada una de las láminas, la identificación de los granos de polen, en ellas contenidos, mediante el empleo de una clave dicotómica/fotográfica (Tabla 1, Fig. 3). Con el fin de determinar la relación que existe entre las muestras problema y las muestras patrón, de acuerdo a la problemática planteada, se analizarán tres campos en cada lámina. (Fig. 4).

Finalmente se propone la realización de un informe justificado y consensado entre los participantes. En el se valorarán las distintas muestras

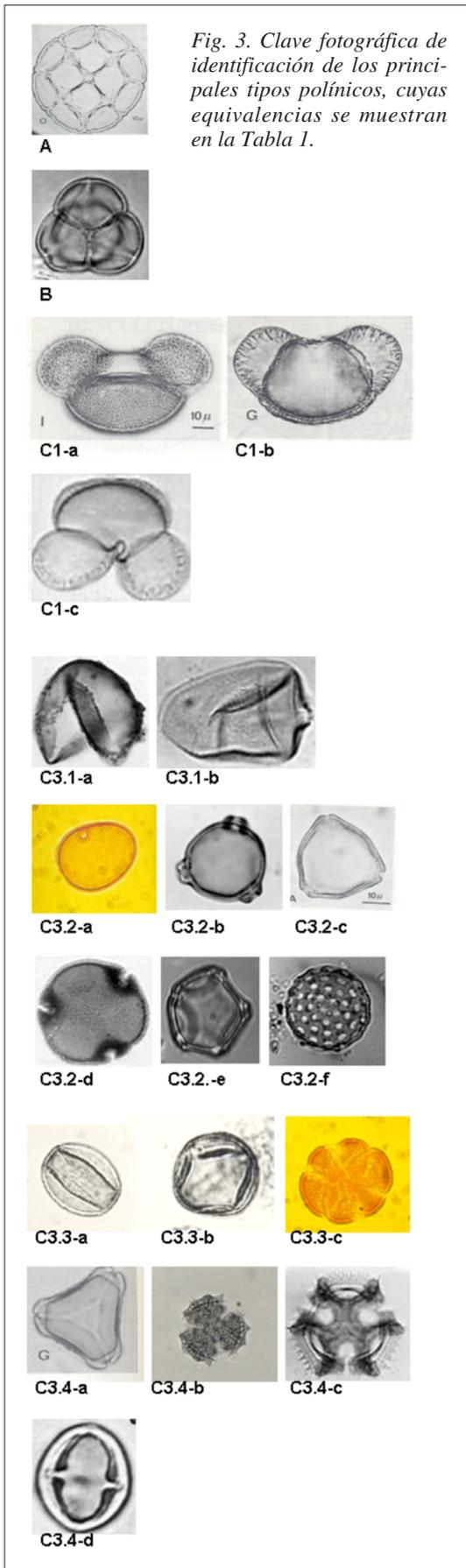


Fig. 3. Clave fotográfica de identificación de los principales tipos polínicos, cuyas equivalencias se muestran en la Tabla 1.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

A- POLIADAS ... Acacia (A)

B- TERADAS Brezo (B)

C- AISLADOS

1- CON sacos aéreos ... Pino (a), Abeto (b) Cedro (c)

2- SIN sacos aéreos

3 - Tipo de APERTURA – NÚMERO

3.1- Inaperturado ... Enebro (a), Cyperaceae (b)

3.2- Poros:

1 ... Gramineas (a)

3 ... Abedul (b), Avellano (c), Tilo (d)

>3 ... Aliso (e), Espinaca/remolacha(f)

3.3- Colpos:

3 ... Roble (a), Encinas (b)

>3 ... Romero (c)

3.4- Colporado:

3 ... Eucalipto (a), Margaritas (b), Cardos (c), Castaño(d)

>3 ... *Anchusa* sp (d)

Tabla 1: Clave de identificación de esporas empleada en el desarrollo de las actividades del taller. La numeración sirve para identificar las muestras en las figuras 2 y 3.

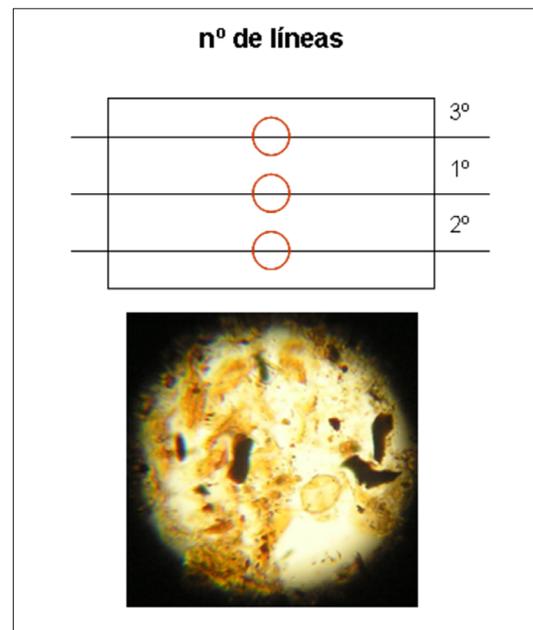


Fig. 4. Método de lectura de las láminas de polen. Cada círculo rojo representa un campo de visión del microscopio. Dichos campos se localizarán en la parte central de la preparación y sobre las tres líneas (superior, media e inferior) marcadas en el dibujo.

problemas haciendo un estudio pormenorizado de cada una de ellas. En el caso de la reconstrucción del paisaje vegetal, se hará especial énfasis en la tendencia (hacia la instalación de un bosque o de un paisaje abierto) mostrada por la vegetación y su expresión en términos climáticos y/o antrópicos. En el caso de fraude alimentario diferenciar si la miel ha sido adulterada con aditivos y por tanto ya no es miel o con polen procedente de otra área geográfica, con el fin de acogerse a una denominación de origen que no le corresponde.

BIBLIOGRAFÍA

Coûteaux, M. (1977). A propos de l'interpretation des analyses polliniques de sediments minéraux, principalement archéologiques. En: *Le Milieu Végétal, les faunas et l'Homme. Supplément Bulletin A.F.E.Q.*, 47: 259-276.

Goeury, Cl y Beaulieu, J.L. (1979). Á propos de la concentration du pollen à l'aide de la liquer de Thoulet dans les sediments minéraux. *Pollen et Spores*, 21: 239-251.

Louveaux, J. Maurizio, A. y Vorwohl, G. (1978) Method of Melissopalynology, *Bee World*, 59(4): 139-157.

Ruiz Zapata, B.; Andrade Olalla, A.; Dorado Valiño, M.; Gil García, M.J.; Martín Arroyo, T. y Valdeolmillos, A. (1996). Reflexiones sobre la Palinología del Cuaternario y su aplicación en la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática.I: Representación polínica de la vegetación. *Geogaceta*, 20(1): 217-220.

Ruiz Zapata, B.; Dorado Valiño, M.; Gil García, M.J.; Martín Arroyo, T.; Valdeolmillos, A. y Andrade Olalla, A. (1996). Reflexiones sobre la Palinología del Cuaternario y su aplicación en la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática.II: Interpretación de los cambios de vegetación. *Geogaceta*, 20(1): 221-224.

Ruiz Zapata, M. B.; Gómez, C.; Gil García, M.J.; Valdeolmillos, A.; Ruiz Zapata y Dorado, M. (2006). "Método de estudio del grano de polen y sus aplicaciones en el aula: una experiencia didáctica" Libro de Actas XVI Simposio sobre Enseñanza de la Geología.:243-248. Universidad de Aveiro (Portugal). ■

Fecha de recepción del original: 20 febrero 2008.

Fecha de aceptación definitiva: 29 mayo 2008.