

# Reflexiones sobre la Palinología del Cuaternario y su aplicación en la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática.

## I: Representación polínica de la vegetación

*Palinology and its application to environmental and paleoclimatic reconstructions  
I: A review about the pollinic representation of vegetation*

B. Ruiz Zapata, A. Andrade Olalla, M. Dorado Valiño, M.J.Gil García, T. Martín Arroyo y A. Valdeolmillos Rodríguez

Departamento de Geología. Universidad de Alcalá. N-II, Km,33,600. 28871 Alcalá de Henares (Madrid)

### ABSTRACT

*The Pollinological Methodology presents some objections that must be beared in mind when the pollinic analyses are used for paleoenvironmental and paleoclimatic reconstructions. In this work the objections affecting the accuracy of the pollinic representation of vegetation are reviewed. These objections are production and dispersion of pollen grains, differential conservation, determination level and representation of the different types of vegetation.*

**Key words:** *Palinology; Paleoenvironment; Paleoclimatology; Sistema Central Español.*

*Geogaceta, 20 (1) (1996), 217-220  
ISSN:0213683X*

### Introducción

En los estudios de reconstrucción paleoambiental y paleoclimática del Cuaternario están implicados numerosos campos de investigación, ya que es la única forma de poder explicar, con ciertas garantías, los distintos procesos morfogenéticos de la evolución paleoambiental y muchos otros fenómenos asociados; dentro de ellos destaca de una manera particular la Palinología. La estrecha relación existente entre suelo, vegetación y clima, permite, a partir del contenido en polen en un depósito la reconstrucción del paisaje vegetal a lo largo del tiempo, sus cambios y determinar si éstos son o no son, debidos a fluctuaciones climáticas.

La información palinológica es fundamentalmente de tipo puntual, poniendo de manifiesto las características locales del área de estudio. Mediante el conjunto de estudios locales se pueden detectar fenómenos desarrollados a escala regional; así, por ejemplo, un deterioro de las condiciones climáticas va a llevar consigo una fuerte caída en la representación de la masa arbórea, indistintamente de cuales sean los taxones que la conformen. De tal forma que los estudios palinológicos no sólo han permitido conocer los cambios experimentados por la vegetación, bien sean de origen climático o antrópico, sino que, gracias a las largas secuencias, se ha

establecido una cronología sobre la que pueden apoyarse otras especialidades.

El objetivo de nuestro trabajo es abordar de un modo riguroso la problemática existente en cuanto a las posibilidades y validez de los análisis polínicos. En este sentido no hay que olvidar que la palinología tiene una serie de limitaciones y el conocimiento de las dificultades con las que se enfrenta ha hecho que se haya desarrollado una importante autocritica, que lleva a una constante revisión de la metodología a fin de resolver, los problemas planteados. Por ello en este trabajo se realizará un estudio detallado de las limitaciones que existen en la interpretación de los cambios de la vegetación observables en los diagramas polínicos y las herramientas de las que se dispone para minimizar dichas limitaciones.

### Metodología palinológica

En Palinología, como en las demás ciencias, la metodología sigue patrones muy sistemáticos que nos van a permitir obtener unos datos (sucesión de espectros polínicos) e interpretarlos en términos de vegetación y su evolución.

El trabajo de campo (tomá directa de las muestras o mediante sondas) y laboratorio (extracción con ácidos, alcalis y licor denso) se ajusta a los protocolos establecidos para cada tipo de sedimento y/o

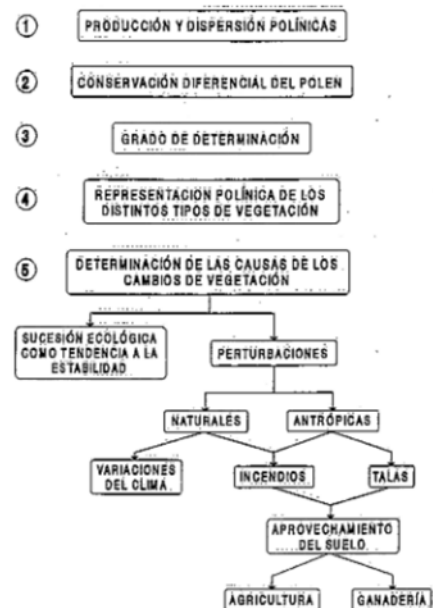


Fig.1.-Consideraciones previas a la interpretación de un Diagrama Polínico.

*Fig. 1.- Previous considerations to the interpretation of the Pollinic Diagramme*

depósito objeto de estudio. Una vez aislado el grano de polen, del montaje de las láminas y su lectura se obtiene el denominado *Espectro Polínico*, o imagen cualitativa y cuantitativa de la vegetación, en términos polínicos. La sucesión de los es-

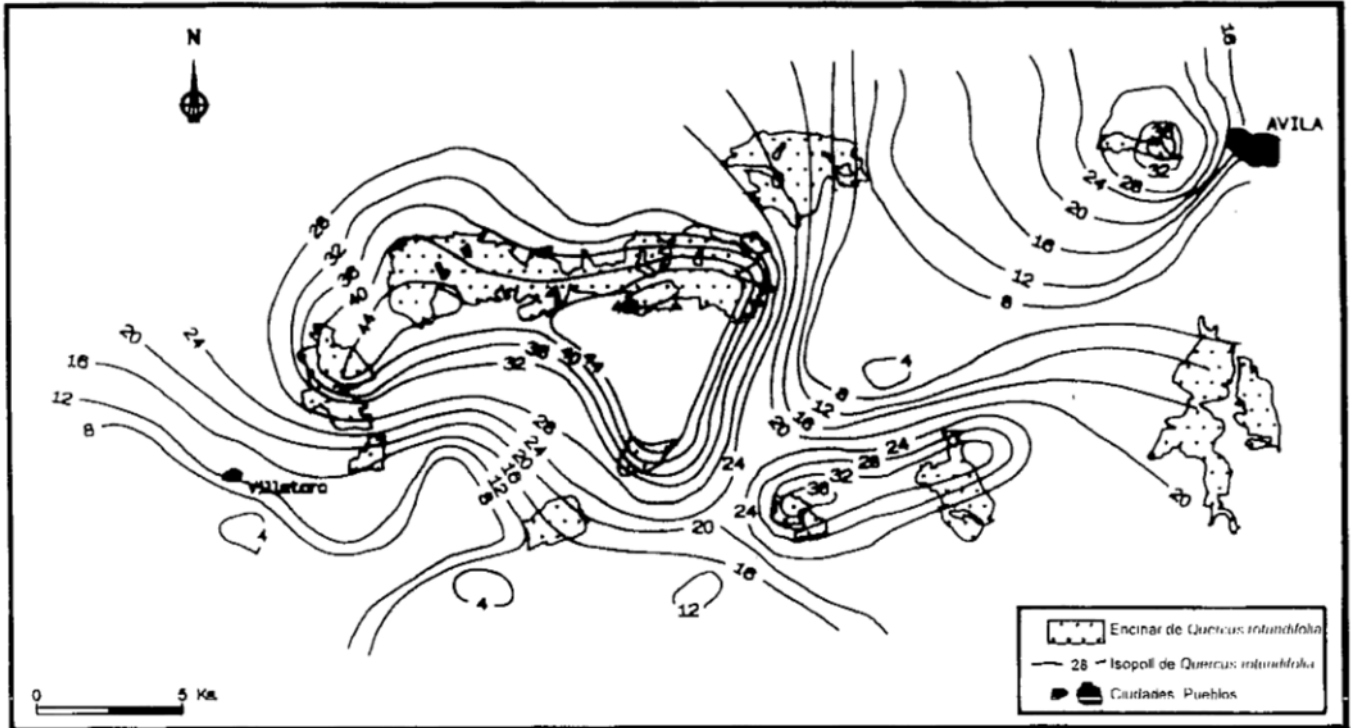


Fig. 2.- Curvas isopoll de *Quercus rotundifolia*. (Dorado Valiño, 1993).

Fig. 2.- Isopoll curves of *Quercus rotundifolia* (Dorado Valiño, 1993)

pectros correspondientes a un depósito constituye el denominado Diagrama Polínicos (TILIA, Grimm, 1992). En estos diagramas se recoge la representación porcentual de los taxa presentes, así como la curva que relaciona el total del polen del componente arbóreo (PA), frente al componente herbáceo (PNA). De este modo se puede tener una primera aproximación sobre el tipo de vegetación que domina en el área, así como la constitución del mismo. A partir de estos datos y con objeto de facilitar la interpretación se realiza la zonación del diagrama en base a la presencia/ausencia o mayor/menor representación de los distintos taxa.

El tratamiento matemático de los datos permite analizar los cambios de vegetación expresando dichos datos en valores relativos (100 x número de granos de polen de un determinado taxon/número total de granos de polen). Sin embargo a veces se debe trabajar con los valores absolutos de polen (número de granos de polen de un determinado taxon/gramo o volumen de muestra) para analizar independientemente las curvas de cada taxon con objeto de ver si las fluctuaciones observadas son reales o están enmascaradas o exageradas al expresar los valores en porcentajes. Es decir, los valores absolutos de un determinado taxon pueden ser constantes a lo largo de un diagrama polí-

nico pero en un momento dado sus valores relativos pueden aumentar si disminuyen los valores absolutos de otros taxa.

Con el fin de poder interpretar objetivamente los datos obtenidos, se realizan análisis multivariantes que permiten tratar estadísticamente un conjunto de muestras considerando todas las variables. De esta manera se obtienen todas las relaciones existentes entre las variables, entre las muestras y entre las variables y las muestras.

También es necesario conocer la representación polínica de las distintas comunidades vegetales de un área y su mayor o menor densidad. Asimismo se debe tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes y la topografía, ya que determinan la dinámica del transporte del grano de polen. Para ello, se realiza la toma de muestras de captadores naturales de polen, fundamentalmente briófitos. El muestreo de estos captadores se debe llevar a cabo de manera sistemática para que los datos reflejen realmente la lluvia polínica actual y los parámetros que la definen, como tipo de comunidad de vegetación, altitud, dirección de los vientos, etc.

Todos estos análisis se complementan con la incorporación de las últimas técnicas de modelización apoyadas en una base estadística y científica fiable. Una de estas técnicas aplicables a paleopolinología es la modelización utilizando análo-

gos climáticos (Guiot, 1985/ 86/ 91a/ 91b). Esta técnica permite obtener una aproximación a los valores medios de paleotemperaturas y paleoprecipitaciones para cada una de las muestras analizadas a partir de la comparación de los espectros polínicos descritos en cada muestra del sondeo, con espectros polínicos semejantes, correspondientes a comunidades vegetales actuales, de las que son conocidos los valores medios de temperatura y precipitación. De este modo es posible definir valores numéricos concretos, que nos marcan una tendencia a lo largo del sondeo en cuanto a las condiciones climáticas reinantes en la época de formación del depósito.

### Discusión

Para interpretar los cambios de vegetación observables en los diagramas polínicos, como ya hemos comentado anteriormente, debemos considerar los inconvenientes y dificultades con los que se enfrenta la Palinología (Figura 1).

Dentro de estos inconvenientes los primeros con los que se enfrenta la Palinología son aquellos que se refieren a la representación polínica de la vegetación. En la actualidad, y gracias al número cada vez mayor de trabajos realizados, dichos inconvenientes se pueden minimizar del modo que exponemos a continuación:

**Producción y dispersión polínicas**

En la interpretación de los diagramas polínicos hay que tener en cuenta que los diferentes taxa tienen distinta producción y diferente capacidad de dispersión de sus granos de polen. Los trabajos científicos dedicados al conocimiento de la producción y dispersión de los granos de polen son muy numerosos y se vienen realizando desde hace ya varias décadas, Pohl (1930a y b, 1933a y b y 1937a y b), Erdtman (1943 y 1969), Heim (1963 y 1970), Faegri & Iversen (1964), de forma que hoy en día constituyen manuales de referencia para la interpretación de la representación polínica de cada taxon. Actualmente para conocer la dispersión del polen se realizan curvas de isopol que representan zonas con igual porcentaje de un determinado taxon en un área. En la figura 2 se puede observar que el polen de *Quercus rotundifolia* tiene dispersión baja y así los porcentajes más altos coinciden con las zonas de encinares.

**Conservación diferencial del polen**

La destrucción diferencial de los granos de polen es otro aspecto importante a tener en cuenta en la interpretación de los resultados. Sin embargo esta circunstancia sólo constituye un serio problema en medios de fuerte oxidación (Havinga, 1964) ya que en condiciones anaeróbicas la exina de todo tipo de pólenes es indestructible (Dimbleby, 1957).

**Grado de determinación**

Este es uno de los problemas más habituales ya que normalmente sólo se alcanza en la determinación a través del microscopio óptico el nivel de género o familia. Dada la gran diversidad ecológica que puede existir entre los diferentes géneros de una misma familia y entre las distintas especies de un mismo género, es difícil conocer las condiciones ambientales que indican los diferentes taxa. Por ello, la interpretación de un espectro polínico debe hacerse considerando conjuntos de taxa con exigencias ecológicas similares. Por ejemplo, para el Sistema Central se han establecido los siguientes grupos (Dorado, 1993; Gil, 1992):

Taxa propios de bosques fríos: *Abies*, *Picea*, *Cedrus* y *Pinus*.

Taxa propios de bosques templados y húmedos: *Quercus* tipo caducifolio, *Fagus*, *Corylus*, *Tilia*, *Hedera*, *Betula*, *Alnus*, *Acer*, *Carpinus*, *Ilex* y *Juglans*.

Taxa propios mediterráneos: *Quercus* tipo perennifolio, *Olea*, *Rhamnaceae*, *Cupressaceae*, *Cistus*, *Helianthemum* y *Lamiaceae*.

Taxa de medios xéricos: *Ephedra*, *Ju-*

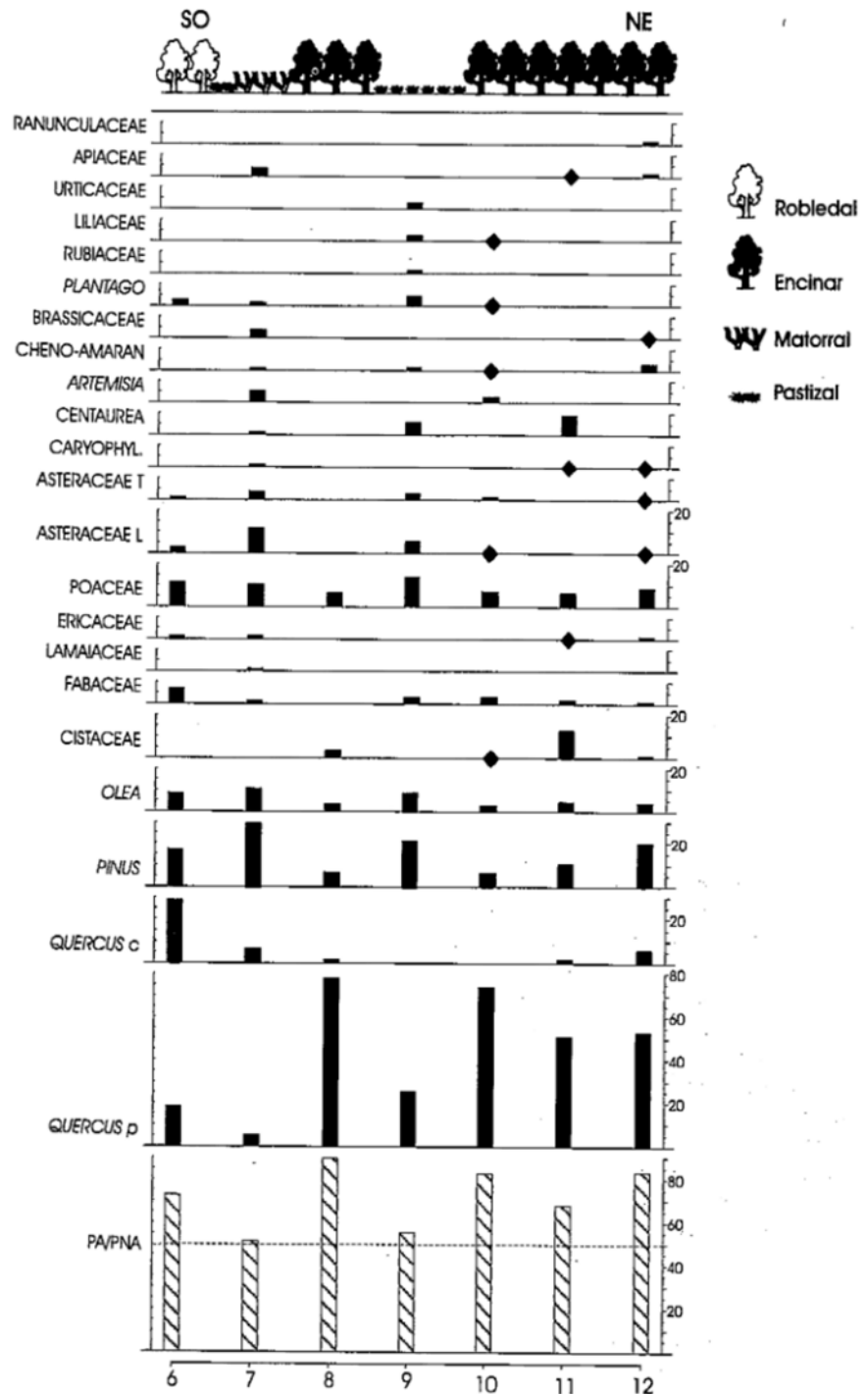


Fig. 3.- Transect TL2. (Dorado Valiño, 1993).

Fig. 3.- Transect TL2 (Dorado Valiño, 1993)

*niperus*, *Artemisia*, *Asteraceae*, *Centaurea*, *Chenopodiaceae* y *Poaceae*.

Taxa de medios acuáticos: *Nuphar*, *Nymphaea* y *Myriophyllum*.

Taxa con requerimientos altos en humedad edáfica: *Cyperaceae*, *Typha*, *Juncaceae*, *Ranunculaceae*, *Sphagnum* y *Polygonum*.

**Representación polínica de los distintos tipos de vegetación**

Para poder determinar las formaciones vegetales pasadas y la sucesión en el tiempo debemos comprobar si los espectros polínicos reflejan el tipo de vegetación de la que proceden. El método que se utiliza para establecer las relaciones entre

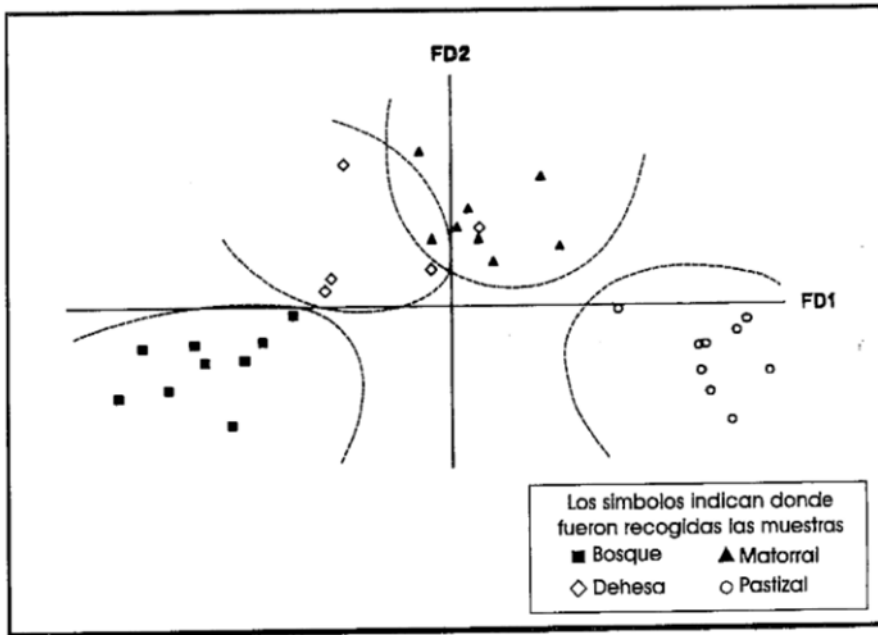


Fig. 4.- Representación de los espectros polínicos en el plano de discriminación F1 X F2 (Dorado Valiño, 1993)

Fig. 4.- Representation of the pollinic spectra in the discrimination plane F1 x F2 (Dorado Valiño, 1993)

las formaciones vegetales actuales y su espectro polínico consiste en recoger muestras de captadores naturales de polen (briófitos) a lo largo de un transecto lineal que tenga en cuenta los cambios en el tipo de vegetación, las variaciones altitudinales o la dirección de los vientos dominantes. La figura 3 nos muestra la representación gráfica de la expresión polínica de distintos tipos de vegetación, a lo largo de un transecto paralelo a la dirección de los vientos dominantes, que en este caso es SO-NE (Dorado, 1.993). En ella se puede observar que los espectros polínicos reflejan el tipo de vegetación local de la que proceden, siendo constante en todos ellos la representación de *Pinus* que se debe a su presencia en la vegetación regional y que es transportado por el viento.

También se utilizan los análisis multivariantes para establecer las relaciones entre la vegetación y su espectro polínico. Concretamente los análisis discriminantes permiten conocer si hay realmente diferencias entre los distintos tipos de vegetación a partir de su composición polínica y las características cuantitativas y

cuantitativas de los espectros polínicos que definen cada tipo de vegetación. En la figura 4 se representa la clasificación de los espectros polínicos de 31 captadores naturales, recogidos en cuatro tipos de vegetación representativos en el Sistema Central (bosque, dehesa, matorral y pastizal), obtenida mediante un análisis discriminante (Dorado, 1993). Podemos observar que los distintos tipos de vegetación están bien diferenciados mediante su espectro polínico, aunque algunas muestras de dehesa y de matorral hacen que estos dos grupos estén poco diferenciados entre ellos, ya que en el espacio ocupado por estas dos formaciones vegetales (zonas abiertas), se produce una mezcla polínica procedente de otras formaciones cercanas, de manera que sus espectros polínicos aparecen solapados en el discriminante.

**Referencias**

Dimbleby, G.W. (1957). *The New Phytologist*, 56: 12-28.  
 Dorado Valiño, M. (1993). Evolución de la vegetación durante el Holoceno en el

Valle de Amblés (Avila). Estudio palinológico. *Tesis Doctoral*. Universidad de Alcalá.  
 Erdtman, G. (1943). An introduction to Pollen Analysis. Verdoorn, *New Ser. Pl. Sci. Books* 12. Waltham, Mass.  
 Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology*. Munksgaard. Copenhagen.  
 Faegri, K. & Iversen, J. (1964). *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard. Copenhagen.  
 Gil García, M.J. (1992). Dinámica de la paleovegetación en el sector oriental del Sistema Central Español durante el Holoceno, en base al análisis polínico. Implicaciones climáticas. *Tesis Doctoral*. Universidad de Alcalá de Henares (inédita).  
 Grimm, E.C. (1992) - *Computers & Geosciences*, vol. 13, p. 13-35.  
 Guiot, J., (1985). *Journal Of Climatology*, 5, 325-335.  
 Guiot, J., (1986). *Revue de Statistiques Appliquées*, 34, 15-34.  
 Guiot, J., (1991a). In: *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene, Paläoklimaforschung/ Paleoclimate Research*, Vol. 6. Special issue: ESF-Project «European Paleoclimate and Man», 1, B. Frenzel ed, 271-284.  
 Guiot, J., (1991b). In: *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene, Paläoklimaforschung/ Paleoclimate Research*, Vol. 6. Special issue: ESF-Project «European Paleoclimate and Man», 1, B. Frenzel ed, 271-284.  
 Havinga, A.J. (1964). *Pollen et Spores* 6: 621-635.  
 Heim, J. (1963). *Bull. Sco. Roy. Bot. Belg.* 96: 5-92.  
 Heim, J. (1970). Les relations entre les spectres polliniques récentes et la végétation actuelle de l'Europe occidentale. *Tesis Doctoral*. Université de Lovaina.  
 Pohl, F. (1930a). *Beih. Bot. Cbl.*, 46: 247-285.  
 Pohl, F. (1930b). *Beih. Bot. Cbl.*, 46: 286-304.  
 Pohl, F. (1933a). *Beih. Bot. Cbl.*, 51: 673-692.  
 Pohl, F. (1933b). *Beih. Bot. Cbl.*, 51: 693-696.  
 Pohl, F. (1937a). *Beih. Bot. Cbl.*, 56/A: 365-470.  
 Pohl, F. (1937b). *Beih. Bot. Cbl.*, 57/A: 112-172.