

PALINOTECA: UNHA COLECCIÓN DE REFERENCIA A PARTIR DA FLORA DO CAMPUS DE AS LAGOAS-MARCOSENDE

Aberto Castro Parada

e-mail: bartimeo.92@gmail.com

Trabajo Fin de Grado

Tutor :

- Castor Muñoz Sobrino

Departamento de Biología

Vexetal e Ciencia do Solo

Facultade de Biología

Universidade de Vigo.

Resumo

Neste traballo realízase unha palinoteca do campus As Lagoas-Marcosende. Unha palinoteca é unha colección de pole que pode servir como referencia para a realización de estudos polínicos posteriores, como poden ser os traballos aplicados á paleopalinoxía ou a aerobiología.

Ademais, tamén se realizou un herbario con todas as especies recollidas para a palinoteca. Para o tratamento das mostras de pole, aplicouse o método da acetolise, que permite obter as condición máis adecuadas nos grans de pole para a súa descrición. Mediante este método obtéñense uns resultados óptimos na visualización da cuberta polínica, o que permitiu describir con facilidade un total de 21 tipos polínicos diferentes.

INTRODUCCIÓN

1.1. Conceptos básicos.

O pole é o material en forma de po que contén os microgametófitos masculinos das plantas con flor.

A palabra pole provén da expresión latina "pollen-inis", que significa po moi fino, ou ben flor da fariña. Este termo pasou posteriormente a denominarse po fecundante (Díaz *et al.*, 1996).

O pole foi usado dende a antigüidade como complemento alimenticio, debido á súa gran reserva enerxética. E séguese usando na actualidade (Saenz, 1978).

Para poder realizar estudos sobre estes elementos, foi necesaria a aparición da microscopía óptica no século XVII, aínda que esta rama da ciencia non tivo especial interese ata o século XIX (Díaz *et al.*, 1996).

Actualmente, o estudo do pole denomínase palinoxía. Este termo, foi introducido polo investigador sueco Erdtman (1952), indicando que se trataba do estudo das paredes dos grans de pole e as esporas, e non do seu interior celular.

Unha palinoteca é unha colección de pole, normalmente restrinxida a unha zona xeográfica concreta, que poida servir coma catálogo de referencia para distintos tipos de estudos.

1.2. Aplicacións da palinoxía

O estudo do pole é importante, xa que ten un amplo espectro de aplicacións (Moore *et al.*, 1991):

- O pole serve como carácter taxonómico na identificación vexetal: grazas á diversidade de formas que pode adoptar o gran de pole, pódense clasificar en tipos polínicos, ademais de utilizarse como unha característica identificadora máis (Díaz *et al.*, 1996).
- Análise de meles: o análise do contido polínico dos meles permítenos controlar a calidade e a orixe do mel, así como coñecer as preferencias florais das abellas en canto á súa recollida.
- Paleopalinoxía: consiste no estudo dos ecosistemas do pasado a partir do pole conservado nos sedimentos (rexistro fósil).
- Caracterización dalgunhas alerxias, aplicación que recibe o nome de aerobiología.

- Utilización do pole como indicador da calidade do aire. As partículas suspendidas no aire pódense adherir á exina dos grans de pole, polo que estes poden ser utilizados como bioindicadores de contaminación ambiental.
- O seu uso en técnicas de investigación policial como a palinoloxía forense, que por exemplo ten permitido obter datos clave nalgunhas investigacións de crimes (Carvalho dos Reis, 2010).

2. Características do pole

No gran de pole distínguese a parte viva, denominada protoplasma, a envolta, chamada esporoderme (Táboa 1), e o manto polínico tamén chamado “pollenkitt”, formado por elementos nutricionais como son os lípidos.

O “pollenkitt” é unha substancia máis ou menos pegañenta, que recobre o gran de pole. Esta substancia é producida pola parede do saco polínico, e ten como función protexer o gran fronte a factores medioambientais (Díaz *et al.*, 1996).

A envolta encárgase de protexer á célula e favorecer a súa dispersión, e atópase dividida en varias partes (Táboa 1). A parte interna, a intina, non é moi resistente, e desaparece facilmente por procesos de oxidación. A parte externa, a exina, está considerada como un dos materiais máis resistentes do mundo vexetal (Saenz, 1978), grazas a que está formada por un composto denominado esporopolenina. A esporopolenina é unha substancia química formada a partir dun polímero de carotenos e dos seus ésteres, resistente aos elementos químicos, incluídos os ácidos e as bases concentradas (Brooks e Shaw, 1968).

A exina divídese en dúas partes diferenciadas, a ectexina (que é a parte máis externa) e a endexina (a parte interior).

A intina é a capa continua máis interna da parede (Renault-Miskovsky *et al.*, 1976).

Táboa 1. Representación esquemática da esporoderme do pole, modificada de acordo con Renault-Miskovsky *et al.* (1976)

Esporoderme	Paredes	Capas		Estratos
	Exina (Esporopolelina)	Sexina	Ectexina	Tectum
				Infratectum
		Nexina	Endexina	Base
Intina (Celulosa)				

Durante o proceso de acetolise, o que se produce é unha fosilización química, que consiste na eliminación do interior do gran de pole, mediante un ataque con ácido sulfúrico (H₂SO₄) e anhídrido acético [(CH₃CO)₂O], deixando simplemente a exina. Isto permite visualizar dunha forma máis clara as características morfolóxicas do gran.

3. Criterios para a identificación e clasificación do pole

Para a clasificación morfolóxica do pole utilizaranse os seguintes criterios:

- Número de unidades formadoras do propágulo: o gran de pole pode dispersarse de forma individual (que é a forma máis común), ou facelo en grupos. Os grupos máis comúns son os formados por 4 unidades (tétrades), e os formados por máis de 4 unidades (políadas) (Jarzen e Nichols, 1996).
- Simetría e polaridade: o gran de pole pode ter cando menos dous eixes de simetría (polar e ecuatorial), que se determinan tendo en conta a forma na cal estaban colocados durante o proceso de

formación (Figura 1). En cada célula nai da antera, fórmanse catro células, que posteriormente se disocian. Se partimos dun gran de pole individual, o eixe polar e o eixe maior que atravesa o gran, distinguindo polo proximal e polo distal. Considerando o pole como un propágulo de varios grans, o eixe polar e aquel que atravesa o gran dende a parte exterior ata o centro da tétrade formadora.

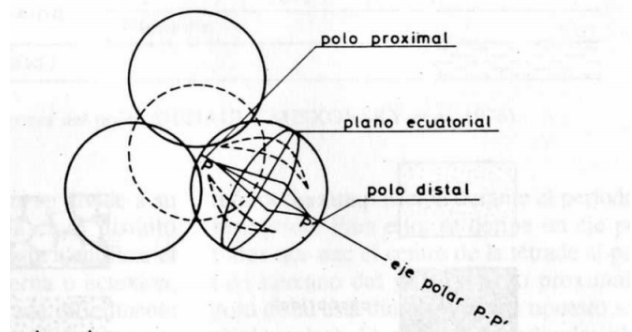


Figura 1. Tétrade de pole, cos seus correspondente eixes (Moore *et al.*, 1991).

- **Forma:** os grans de pole presentan unha morfoloxía moi variada. Poden ser de forma circular, romboide, elíptica, etc. Tamén presentan diferentes aspectos volumétricos, podendo ser esféricos, aplanados, etc. Ao montar as preparacións, os grans soen queda aplanados e colocados nunha das súas vistas, por iso é preciso tomar imaxes dos grans en vista polar e en vista ecuatorial.

- **Tamaño:** os grans de pole varían dende unhas poucas (sobre 10 μm), a varios centos de micras, e pódense clasificar en diferentes tamaños segundo a lonxitude do eixe mais longo (Valdés *et al.*, 1987): moi pequeno, pequeno, grande, moi grande, xigante; aínda que dentro do mesmo grupo os grans de pole teñen certa variación no seu tamaño. Tamén hai que destacar unha característica que inflúe no seu tamaño medible, que é que son harmomégatas. Iso fai que o tamaño dependa da humidade ambiental, podendo incharse ou desincharse dependendo das condicións ambientais nese momento. Esta característica hai que terla en conta para realizar comparacións entre distintas preparacións, xa que distintos medios de montaxe poden variar o tamaño do gran. No noso caso todas as mostras se montaron de forma homoxénea, en glicerina xelatinizada.

- **Arquitectura da parede:** nesta característica inclúese a estrutura e a escultura. A escultura é a forma que adopta a exina na súa cara exterior, dándolle a súa ornamentación ao gran de pole. Estas formas ás veces poden relacionarse coa forma de dispersión que posúan, formando ganchos se van ser transportados na pelaxe de animais, por exemplo. Como curiosidade, algunhas destas formas foron inspiradoras de materiais tan utilizados como é o velcro.

- **Aperturas:** son áreas adelgazadas ou interrompidas na exina, que teñen dúas funcións, permitir cambios no volume do gran, e a saída do tubo polínico (Faegri *et al.*, 1989). As aperturas poden ser de diferentes formas (Figura 2), xa sexan alargadas (colpos), redondeadas (poros), ou unha combinación de ambas (colporos) (Dupré, 1992). O número e a disposición das aperturas tamén é variable, entre unha e numerosas, distribuídas por toda a superficie do gran (panto-) ou soamente localizadas en áreas concretas (zono-); ou ben poden non ter aperturas, ou non ser aparentes.

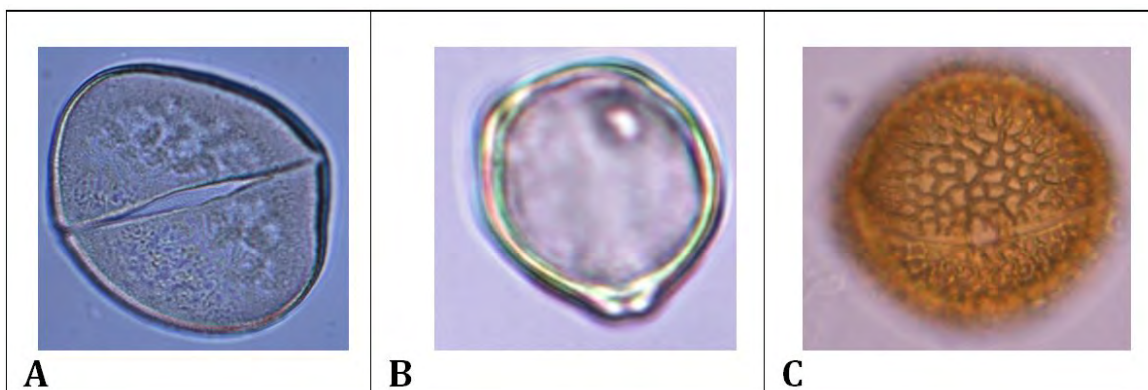


Figura 2. Diferentes tipos de aperturas: A) un colpo; B) un poro; e C) un colporo.

O pole non sempre pode clasificarse a nivel de especie, polo menos na observación con microscopía óptica. Frecuentemente os poles agrúpanse en tipos polínicos. Un tipo polínico é unha categoría morfolóxica, que inclúe todos os grans de pole cunha combinación única de caracteres distintivos (Punt, 1971).

4. Obxectivos e plan de traballo

O obxectivo principal que se quere alcanzar con este proxecto é a realización dunha colección de referencia de pole, constituída por diferentes especies vexetais presentes no campus da Universidade de Vigo, As Lagoas-Marcosende.

Para levar a cabo o proxecto, seguirase un plan de traballo que consta de varios pasos sinxelos, que ao mesmo tempo son fundamentais. Eses pasos son os seguintes:

Táboa 2. Plan de traballo

Actividade a desenvolver	Período temporal
Recolección de pole e outro material vexetal	Dende febreiro ata finais de abril
Preparación dos pregos do herbario	Dende febreiro ata finais de abril
Acetolización e montaxe das mostras	Dende febreiro ata finais de abril
Observación e fotografado das preparacións	Dende febreiro ata finais de abril
Elaboración das fichas polínicas	Abril e maio

Os primeiros pasos iranse alternando no tempo, realizando unha semana as recoleccións no campo e a seguinte o procesado das mostras no laboratorio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste apartado explicaranse os métodos utilizados durante o proxecto, que están divididos en diferentes apartados, de acordo co plan de traballo proposto.

5.1. Métodos de campo

Recollese pole (anteras ou flores completas) de diferentes especies directamente no campo. As especies incluídas foron árbores, arbustos, herbáceas e fentos (neste último caso recolléronse esporanxios ou frondes con esporanxios).

As mostras recollidas restrinxíronse a especies que teñen unha floración comprendida entre o mes de febreiro e o mes de maio, para poder recollelas frescas durante o proxecto.

Colléronse as anteras das flores (ou as flores completas, no caso de que fosen dun tamaño reducido) directamente da planta e introducíronse nunha bolsa de plástico hermética, que foi etiquetada de forma meticulosa no momento da recollida (indicando especie, data de recollida, lugar e hábitat onde se atopou) e foi conxelada posteriormente.

Na medida do posible identificouse a especie recollida no campo, confirmándoo máis adiante a identificación no laboratorio coas claves necesarias.

Tamén se recolleu un exemplar completo da mesma especie para herborizar, ou no caso de ser un exemplar grande (unha árbore ou un arbusto), colléronse partes representativas da especie.

5.2. Métodos de identificación

A identificación das mostras implica dúas partes: a identificación da especie vexetal, e a identificación do pole.

Para a identificación da especie utilizáronse as claves dicotómicas de Castro *et al.* (2007), García (2008) e Castroviejo *et al.* (1986-2012).

Para a identificación correcta do pole utilizáronse floras polínicas, coma Valdés *et al.* (1987), Moore *et al.* (1991), Punt (1976, 1984), Punt e Clark (1980, 1981, 1984), Punt *et al.* (1988), Punt e Blackmore (1991).

5.3. Métodos de preparación de mostras

As mostras vexetais para a elaboración do herbario sufrirán un proceso de herborización, e as mostras de pole serán tratadas mediante un proceso de acetolise.

5.3.1. Herborización

A herborización é un proceso que consiste na eliminación da auga presente no interior dos vexetais, mediante presión e calor.

Nste proceso emprégase unha prensa de parafuso, equipada con un convector de aire.



Figura 3. Prensa de parafuso (imaxe A) e prego do herbario (imaxe B)

5.3.2. Acetolización

As mostras de pole sometéronse a un proceso de acetolise (modificado de Bennett e Willis, 2001), que consiste na eliminación da intina, o protoplasma, e o “pollenkitt” lipídico do gran de pole, deixando soamente a exina. Isto permite estudar de forma sinxela a topografía da cuberta polínica.

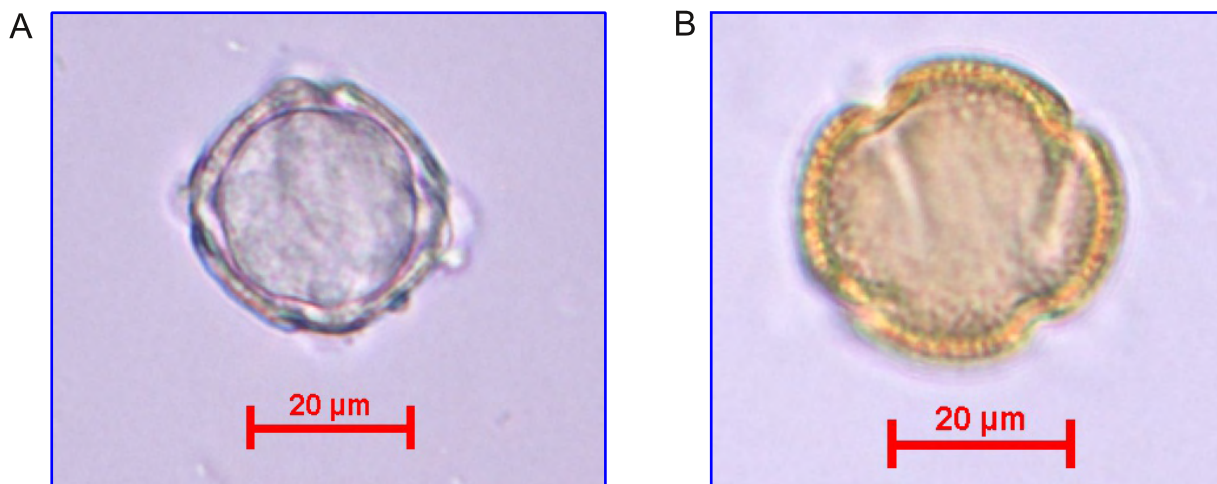


Figura 4. Comparativa entre dous grans de pole da especie *Citrus reticulata*. Na imaxe A vemos o gran ao natural, e na imaxe B vemos o gran tralo proceso de acetolise.

5.4. Métodos de montaxe

As mostras de pole móntanse en portaobxectos, con glicerina xelatinizada de Kaiser modificado, e seladas con Eukitt ou con laca de unllas incolora, para poder mantelas durante tempo indefinido.

Para montar as preparacións seguiranse dous pasos: a preparación do medio, e a montaxe.

- Preparación do medio: prepárase o medio utilizando as seguintes cantidades:

- o Auga – 42 ml
- o Glicerina – 24 g
- o Xelatina – 14 g
- o Listerine – 4g

- Montaxe: As mostras móntanse en portaobxectos de vidro e almacénanse en caixas (Figura 5).



Figura 5. Preparacións montadas en portaobxectos e almacenadas

5.5. Métodos de observación

Despois de montar as mostras, observáronse ao microscopio óptico, para determinar as características morfolóxicas dos grans de pole.

A estas mostras realizáronse fotos mediante un sistema fotográfico (Nikon Ds-Fi1) conectado a un microscopio (Nikon ECLIPSE 50i), utilizando os obxectivos 40x e 60x, e a un ordenador.

Como norma, as fotos tomáronse en plano polar e en plano ecuatorial, tendo como excepcións aquelas mostras nas que a súa propia morfoloxía impida que se poidan ver nalgunha das vistas (normalmente trátase dun eixe moito maior que o outro).

Tomáronse fotos a varios grans de pole, en ambos planos, para facer despois un cálculo do tamaño medio. Para o cálculo medio utilizáronse un mínimo de 5 medidas por cada vista.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

6.1. Herbario

Mediante o método de herborización descrito anteriormente, que resultou ser o método que produciu uns resultados óptimos no secado dos espécimes, elaborouse un herbario composto por 27 pregos,

pertencentes ás especies incluídas na palinoteca. Estes pregos contan cunha ficha descritiva onde se indica a especie, o hábitat, a data de recollida e a persoa que a recolleu e a identificou.

En cada prego atópase unha parte representativa do espécime, incluída a flor nos casos que foi posible recollela.

Os pregos carecen de froitos e de sementes, xa que por causas temporais, na época de recollida carecían deles.

6.2. Flora polínica de As Lagoas-Marcosende (Xaneiro-Maio, 2015)

Estes datos son o resultado do estudo da flora polínica presente no campus As Lagoas-Marcosende, durante a época comprendida entre xaneiro e maio do 2015. Pódese ver como existe certa diversidade, aínda que a variedade de flores e tipos polínicos sempre vai estar relacionada co limitado período de floración do que se dispuxo, ao final do inverno. As primeiras especies en florecer son as da familia Mimosaceae, e polo tanto foron as primeiras recollidas. Despois foron recollidas sucesivamente o resto das especies, conforme ía chegando o seu período de floración.

No campus As Lagoas-Marcosende podemos atopar un clima oceánico, típico da costa galega, aínda que nas Rías Baixas hai certa tendencia ao clima mediterráneo, que se estende pola conca do río Miño (Rodríguez e Ramil, 2007), e por iso pódese ver unha variedade de especies típicas dos distintos climas, como é o *Ulex europaeus* (típico de clima atlántico), ou o *Viburnum tinus* (típico dun clima mediterráneo, aínda que neste caso sexa un espécime plantado).

6.3. Descricións polínicas


Foi descrito o pole dun total de 27 especies de plantas, todas elas recollidas no campus As Lagoas-Marcosende. Nestas descricións indícase a ornamentación da superficie polínica e o número e tipo de aperturas, así como o nome botánico de cada especie.

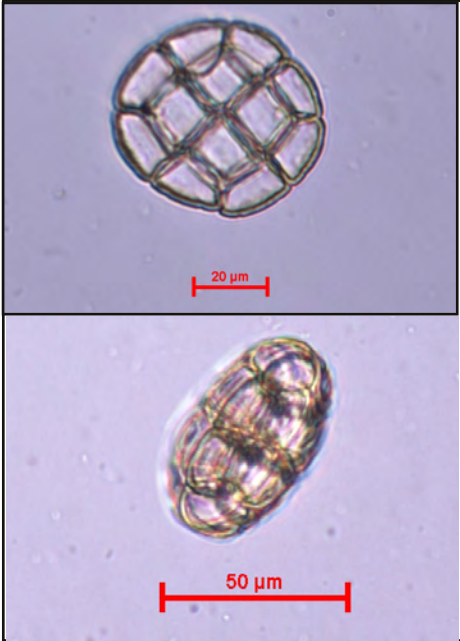
A continuación móstrase un pequeno exemplo de ditas descricións:

- Acacia melanoxylon* R. Br., Gran Psilado, Inaperturado
- Ulex europaeus* L., Perforado-Suprarreticulado; 3-Zonocolporado
- Cytisus striatus* (Hill.) Rothm., Reticulado, 3-Zonocolporado
- Prunus avium* L., Estriada-Rugulado, 3-Zonocolporado
- Cistus psilosepalus* Sweet., Reticulado, 3-Zonocolporado
- Pyrus communis* L., Rugulada-Estriado, 3-Zonocolpado
- Crataegus monogyna* Jacq., Rugulado-Estriado, 3-Zonocolpado
- Arbutus unedo* L., Psilado, 3-Zonocolporado
- Calluna vulgaris* (L.) Hull., Escabrado-Verrugado, 3-Zonocolporado
- Pinus radiata* D. Don, Corpo perforado-Sacos reticulados irregularmente, Inaperturado
- Pinus pinaster* Aiton., Corpo perforado-Sacos reticulados irregularmente, Inaperturado
- Primula acaulis subsp. acaulis* (L.) L., Reticulado, Polizonocolpado
- Lavandula stoechas* L., Perforado, 6-Zonocolpado
- Viburnum tinus* L., Eurretulado, 3-Zonocolpado
- Oxalis pes-caprae* L., Reticulado, 3-4-Zonocolporado
- Lamium maculatum* L., Micro-reticulado, 3-Zonocolpado
- Corylus avellana* L., Rugulado, 3-Zonocolporado
- Glandora prostrata* (Loisel.) D.C. Thomas, Psilado, 10-Zonocolporado
- Narcissus cyclamineus* DC., Psilado, Monocolpado
- Bellis perennis* L., Perforado-Equinado, 3-Zonocolporado
- Equisetum telmateia* Ehrh., Engurrado-Dobrado, Inaperturado

6.4. Fichas polínicas

Estas fichas foron elaboradas a partir de todos os datos recollidos sobre as especies durante o transcurso do proxecto, e gárdanse todas almacenadas en formato dixital. A continuación móstranse unhas fichas de exemplo:

Especie: <i>Erica australis</i> L.									
Tipo polínico: Erica									
Foto	Características								
<p>Vista polar</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Unidades de dispersión: Tétradas</td> </tr> <tr> <td>Forma e simetría: Simetría radial. Forma en tétradas con formas tetraédricas regulares</td> </tr> <tr> <td>Lonxitude polar: $64,9 \pm 2 \mu\text{m}$</td> </tr> <tr> <td>Lonxitude ecuatorial: $63,2 \pm 3 \mu\text{m}$</td> </tr> <tr> <td>Ornamentación: Verrugada</td> </tr> <tr> <td>Aperturas: 3 colporos. 3-zonocolporado</td> </tr> <tr> <td>Tipo de polinización: Entomófila</td> </tr> <tr> <td>Época de floración: Febreiro - Xuño</td> </tr> </table>	Unidades de dispersión: Tétradas	Forma e simetría: Simetría radial. Forma en tétradas con formas tetraédricas regulares	Lonxitude polar: $64,9 \pm 2 \mu\text{m}$	Lonxitude ecuatorial: $63,2 \pm 3 \mu\text{m}$	Ornamentación: Verrugada	Aperturas: 3 colporos. 3-zonocolporado	Tipo de polinización: Entomófila	Época de floración: Febreiro - Xuño
Unidades de dispersión: Tétradas									
Forma e simetría: Simetría radial. Forma en tétradas con formas tetraédricas regulares									
Lonxitude polar: $64,9 \pm 2 \mu\text{m}$									
Lonxitude ecuatorial: $63,2 \pm 3 \mu\text{m}$									
Ornamentación: Verrugada									
Aperturas: 3 colporos. 3-zonocolporado									
Tipo de polinización: Entomófila									
Época de floración: Febreiro - Xuño									

Especie: <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.									
Tipo polínico: Mimosaceae									
Foto	Características								
<p>Vista polar/ Vista ecuatorial</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Unidades de dispersión: Políada</td> </tr> <tr> <td>Forma e simetría: Simetría radial. Forma de disco convexo</td> </tr> <tr> <td>Lonxitude polar da políada: $53,2 \pm 2 \mu\text{m}$</td> </tr> <tr> <td>Lonxitude ecuatorial da políada: $58 \pm 2 \mu\text{m}$</td> </tr> <tr> <td>Ornamentación: Psilada</td> </tr> <tr> <td>Aperturas: Inaperturado</td> </tr> <tr> <td>Tipo de polinización: Entomófila</td> </tr> <tr> <td>Época de floración: Marzo - Abril</td> </tr> </table>	Unidades de dispersión: Políada	Forma e simetría: Simetría radial. Forma de disco convexo	Lonxitude polar da políada: $53,2 \pm 2 \mu\text{m}$	Lonxitude ecuatorial da políada: $58 \pm 2 \mu\text{m}$	Ornamentación: Psilada	Aperturas: Inaperturado	Tipo de polinización: Entomófila	Época de floración: Marzo - Abril
Unidades de dispersión: Políada									
Forma e simetría: Simetría radial. Forma de disco convexo									
Lonxitude polar da políada: $53,2 \pm 2 \mu\text{m}$									
Lonxitude ecuatorial da políada: $58 \pm 2 \mu\text{m}$									
Ornamentación: Psilada									
Aperturas: Inaperturado									
Tipo de polinización: Entomófila									
Época de floración: Marzo - Abril									

DISCUSIÓN

A finalidade deste traballo é a elaboración dunha palinoteca de referencia, para o seu posterior uso en outros estudos polínicos que requiran a identificación do pole. Para poder ter unha correcta identificación é necesario coñecer todas as características que posúe o gran de pole. As características distintivas, atópanse na cuberta do gran de pole, e para facelas visibles foi necesario realizar a acetolise. Neste caso, a acetolise tivo o resultado esperado, eliminando o protoplasma do gran de pole, e permitindo así a doada observación da cuberta polínica, podendo diferenzar o tipo de ornamentación e o tipo e número de aberturas.

Para a diferenciación das especies e dos tipos polínicos aquí estudados, o criterio mais importante foi o número e tipo de aberturas, así como a ornamentación.

Neste traballo, para as descrições finais, séguese o criterio de Moore *et al.* (1991), e o pole descrito nel coincide coas súas descrições, en relación a forma, aberturas, estrutura e tamaño. Isto supón que en algunhas das especies, como pode ser o caso de *Oxalis pes-caprae*, o recollido aquí difire co descrito por Valdés *et al.* (1987), xa que este segue un criterio no que cando as endoaberturas son difusas e non se aprecian claramente lle dá o nome de colporoidado, no canto de colporado como describe Moore *et al.* (1991).

En relación ás especies botánicas, observouse que só un 15% das especies teñen unha dispersión anemófila, fronte ao 85% que son entomófilas. Estas diferenzas débense a que as especies entomófilas producen unhas flores moito máis vistosas e durante un tempo máis prolongado, para que os animais que levan a cabo a súa dispersión a poidan realizar; sen embargo, as especies anemófilas posúen flores menos vistosas ou espidas, como son os amentos ou as flores das coníferas, pero liberan ao aire unha gran cantidade de pole nun corto período, para favorecer a polinización.

As datas nas que foron recollidas todas as mostras coinciden co período de floración das especies, descrito por García (2008), polo que se pode deducir que as características climáticas do ano estiveron dentro dos parámetros normais que regulan a floración.

CONCLUSIÓN

Como conclusión a este traballo pódese dicir que:

- Recolleuse un herbario, formado por 27 especies pertencentes a 15 familias, o cal pode ser consultado para a identificación das especies presentes no campus.
- A partir dese material realizouse unha palinoteca de referencia do campus As Lagoas-Marcosende, que consta dun total de 27 especies, agrupadas en 21 tipos polínicos, que pode ser utilizada para posteriores estudos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bennett, K.D., Willis, K.J. (2001). Pollen. En: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (eds.). Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 3: terrestrial, algal, and siliceous indicators. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 5-32.
- Brooks, J., Shaw, G. (1968). Chemical structure of the exine of pollen walls and a new function for carotenoids in nature. *Nature*. 219: 532-533.
- Carvalho dos Reis, C.I. (2010). Análise palinológica e mineralógica de solos portugueses e o seu potencial na práctica forense. Tese doutoral. Lisboa, Portugal: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologías. Departamento de Biología.
- Castro, M., Prunell, A., Blanco-Dios, J. B. (2007). Guía das Árbores Autóctonas e Ornamentais de Galicia. Vigo, España: Edicións

Xerais de Galicia, S. A.

- Castroviejo, S. (coord. gen.). (1986-2012). Flora Ibérica 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz, E., Márquez, J., Gracia, V., Saa, M. P., Suárez-Cervera, M. (1996). Atlas de Polen de Galicia I. Ourense, España: Diputación Provincial de Ourense.
- Dupré, M. (1992). Cuadernos técnicos de la S.E.G. Nº 5. Palinología. Logroño, España: Geoforma ediciones.
- Erdtman, G. (1952). Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms. Stockholm, Sweden: Almqvist & Wiksell.
- Fægri, K., Kaland, P. E., Krzywinski, K. (1989). Textbook of Pollen Analysis. IV Edition. Blackwell, Oxford: John Wiley & Sons.
- García, X. R. (2008). Guía das Plantas de Galicia. Vigo, España: Edicións Xerais de Galicia, S. A.
- Jarzen, D. M., Nichols, D. J. (1996). Pollen. En: Jansonius, J., McGregor, D. C. (Eds). Palynology: Principles and applications. Dallas, Texas, U.S.A: AASP Foundation. Vol. 1, pp. 261-291.
- Moore, P. D., Webb, J. A., Collinson, M. E. (1991). Pollen Analysis (2º Ed.). Oxford, England: Blackwell Scientific Publications.
- Punt, W., (1971). Pollen morphology of the genera *Norantea*, *Souroubea* and *Ruyschia* (Marcgraviaceae). Pollen Spores, 13: 199-232.
- Punt, W., (1976). The Northwest European Pollen Flora, I. Amsterdam. Elsevier.
- Punt, W., (1984). The Northwest European Pollen Flora, 37. Umbelliferae. Rev. Paleobot. Palynol. 42: 155-164.
- Punt, W., Blackmore, S. (1991). The Northwest European Pollen Flora, V. Amsterdam. Elsevier.
- Punt, W., Blackmore, S., Clarke, G.C.S. (1988). The Northwest European Pollen Flora, VI. Amsterdam. Elsevier.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (1980). The Northwest European Pollen Flora, II. Amsterdam. Elsevier.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (1981). The Northwest European Pollen Flora, III. Amsterdam. Elsevier.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (1984). The Northwest European Pollen Flora, IV. Amsterdam. Elsevier.
- Renault-Miskovsky, J., Girard, M., Trouin, M. (1976). Observations de quelques pollens d'oléacées au microscope électronique à balayage. Bulletin de l'A.F.E.Q., 2: 71-86.
- Rodríguez, M.A., Ramil, P. (2007). Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica. Rec. Rur. 3: 31-53.
- Saenz, C. (1978). Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y Vocabulario palinológico). Madrid, España: H. Blume Ediciones.
- Socorro, O., Espinar, M. C. (1998). Estudio del polen con interés en apiterapia. Granada, España: Editorial Comares.
- Valdés, B., Díez, M. J., Fernández, I. (eds.). (1987). Atlas Polínico de Andalucía Occidental. Sevilla, España: Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla. Excm. Diputación de Cadiz.