



ESTUDIO DE LOS *ERYSIPHALES* DE NAVARRA

CEMBORAIN, G.; URDÍROZ, A. y EDERRA, A.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España.

RESUMEN

CEMBORAIN, G.; URDÍROZ, A. y EDERRA, A. (1997). Estudio de los *Erysiphales* de Navarra. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 19-43.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los *Erysiphales* en varias localidades de Navarra. Se han encontrado 6 especies de estos hongos en 23 muestras de las 61 analizadas, lo que equivale a un 37,7% de plantas infectadas. La especie más representada es *Microsphaera alphitoides*, seguida de *Sphaerotheca pannosa*.

Palabras clave: Oidios, *Microsphaera*, *Erysiphales*, *Ascomycotina*, Navarra.

SUMMARY


CEMBORAIN, G.; URDÍROZ, A. & EDERRA, A. (1997). Study of the *Erysiphales* from Navarra. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 19-43.

In this work are presented the results obtained in the study of the *Erysiphales* in several localities from Navarra. They have been found 6 species of these fungi in 23 samples of 61 analyzed, what equals to a 37,7% of infected plants. The species most represented is *Microsphaera alphitoides*, followed by *Sphaerotheca pannosa*.

Key words: Oidios, *Microsphaera*, *Erysiphales*, *Ascomycotina*, Navarra.

INTRODUCCIÓN

Los oidios, cenicillas, o "Mildus pulverulentos" son hongos patógenos de plantas vasculares que pertenecen a la clase *Plectomycetes* (*Ascomycotina*), pues forman un cuerpo fructífero tipo cleistotecio. Este orden, con una única familia,



Erysiphaceae, agrupa entre ciento veinticinco y trescientas especies de entre siete y diecinueve géneros según autores; son parásitos obligados de unas siete mil especies de angiospermas. No atacan a gymnospermas.

Como enfermedad son fácilmente diagnosticables, ya que su aspecto a simple vista se asemeja a un espolvoreado con harina; este polvillo blanco está formado por micelio y conidios. Los *Erysiphales* tienen un desarrollo de micelio epífito y emiten haustorios a las células de la epidermis para obtener los fotosintetizados; excepcionalmente algunos géneros, como *Phyllactinia*, atacan también células foliares más internas.

Presentan un gran desarrollo de la reproducción asexual mediante conidios: el micelio desarrolla unas hifas cortas, patentes, que se van tabicando y que generan una cadena de conidios generalmente cilíndricos y en forma de barril.

Conforme avanza la temporada vegetativa y empeoran las condiciones ambientales se desarrollan sobre la mancha micelial los cleistotecios, que son al principio blancos y pardos-oscuros al madurar. Los cleistotecios presentan unos diámetros de entre 0,1 y 0,2 mm, aunque puede haber excepciones, como el oidio de la caña de azúcar, que tiene un diámetro de más de 0,3 mm. De los cleistotecios se proyectan unos fulcros característicos que son un carácter diagnóstico importante.

Respecto a la biología de los *Erysiphales* hay que destacar especialmente su condición de ectoparásitos obligados: ectoparásitos por crecer en las superficies de la planta, y obligados porque dependen totalmente de células vegetales vivas para desarrollarse; no han podido ser cultivados en medios artificiales.

Es también interesante recalcar que, generalmente, sólo emiten haustorios a las células de la epidermis, de las que se alimentan, aunque existen varias excepciones como son el género *Phyllactinia* y el género *Leveillula*, el oidio del roble de California (*Podosphaera lanestrís*) o el de la caña de azúcar, los cuales invaden a sus hospedadores hasta zonas más internas que la primera capa de células epidérmicas.

Los oidios infectan todas las partes jóvenes de sus hospedadores: yemas, hojas, capullos, flores y frutos inmaduros, llegando incluso a infectar tallos verdes. Cuando la planta ya está totalmente desarrollada su ataque, generalmente, se limita a las hojas. Bajo condiciones favorables, una espora germina e infecta en menos de seis horas, y en cuatro-seis días comienza a formar conidios, que provocan multitud de ciclos secundarios.

Los daños a los hospedadores generalmente son poco importantes aunque, en ocasiones, en vid y en roble pueden llegar a poner en peligro la cosecha y la regeneración respectivamente. Los oidios provocan un debilitamiento progresivo del

hospedador, disminuyendo su tasa de crecimiento, aumentando la marchitez y las clorosis; también pueden aparecer deformaciones e, incluso, pueden provocar una senescencia prematura de la planta.

El ciclo biológico tipo de los *Erysiphales* es sencillo. A partir de una ascospora se forma una mancha típica de oidio donde se forman conidios que repiten las infecciones de origen asexual, mientras las condiciones ambientales sean favorables. Cuando estas condiciones se vuelven desfavorables, por frío en invierno o sequía en verano-otoño, el hongo pone en marcha la reproducción sexual y forma cleistotecios que persisten en la época desfavorable hasta la siguiente temporada, en la que de nuevo, con buenas condiciones, el cleistotecio se rompe liberando las ascas y éstas a su vez, las ascosporas, cerrando así el ciclo.

Pero éste, a pesar de ser el más extendido, no es el único patrón de los ciclos biológicos de los *Erysiphales*. Existen oidios con otros tipos de estrategias para soportar la época desfavorable.

La segunda estrategia es mantenerse durante todo el año en forma de micelio generando conidios y sin llegar a formar cleistotecios, los cuales, cuando se forman, lo hacen de modo aleatorio, muy esporádico y sin necesidad de que se den unas condiciones determinadas. Este tipo de oidios se desarrollan en regiones cálidas y son frecuentes en invernaderos. Un representante típico es *Microsphaera euonymi-japonici*, que se desarrolla sobre *Euonymus japonica*, planta muy utilizada como seto en jardinería.

La tercera estrategia consiste en invadir las yemas foliares o florales en el otoño y mantenerse en ellas hasta pasar la época desfavorable en forma de micelio. Un típico estrategia de este tercer patrón es *Sphaerotheca pannosa* que se desarrolla sobre la rosa.

Respecto a la autoecología de los *Erysiphales* lo más característico resulta el comportamiento peculiar frente a la humedad. Los oidios son hongos patógenos cuyas esporas germinan e infectan sin necesidad de una película de agua sobre la planta y que incluso una posible humectación llega a inhibir la infección. Además, el posterior desarrollo del micelio también continúa aunque la humedad atmosférica sea baja. Los oidios están favorecidos en climas secos con contrastes térmicos diarios intensos. Tienden a ser más abundantes en áreas con una clara estación seca. Aunque la lluvia inhibe su germinación, la humedad atmosférica alta no la interfiere, y de hecho en lugares con nieblas y rocío intensos los oidios son patógenos importantes, como ocurre en la costa oeste de Norteamérica (SINCLAIR *et al.*, 1987).

Por tanto, los oidios son unos patógenos de primer orden en zonas de clima tipo mediterráneo como la Península Ibérica o California. Incluso entre los fitopatólogos

de principio de siglo se cambió la idea de que España era el país del mildiu pasando a ser el del oidio, debido al enorme espectro de plantas afectadas por esta enfermedad.

Además, las prácticas agrícolas tendentes a una mayor succulencia de las plantas, la alta fertilización y el abonado, favorecen el desarrollo de los oidios.

Entre las enfermedades más graves en el ámbito agroforestal provocadas por los *Erysiphales* hay que destacar:

- el oidio en roble, provocado por *Microsphaera alphitoides*;
- el oidio en vid, provocado por *Uncinula necator*;
- el oidio en rosa, provocado por *Sphaeroteca pannosa*;
- el oidio en groselleros, provocado por *Sphaerotheca mors-uvae*;
- y el oidio en cereal, provocado por *Erysiphe graminis*.

La taxonomía del grupo es bastante compleja ya que está basada en los caracteres de los cleistotecios, y estos están ausentes en las colonias jóvenes de oidio; además, en regiones cálidas, es común que no se produzcan cleistotecios. Así, el diagnóstico de la mayoría de los oidios, se basa en la especificidad entre el hospedador y el patógeno y en los caracteres asexuales de estos hongos (hifas conidiales y conidios).

Muchas plantas, como la rosa, sólo son atacadas por una especie de oidio y en la práctica el diagnóstico se basa en la identificación de la planta (SINCLAIR *et al.*, 1987). Sin embargo, también existen especies vegetales como el roble que es atacada por varias especies de oidios. De ahí que se hayan descrito formas-género, como *Oidium*, *Oidiopsis*, *Ovulariopsis* o *Streptopodium*.

La taxonomía de los géneros más importantes de los *Erysiphales* en Europa está basada en los caracteres del número de ascas por cleistotecio y por la morfología de los fulcros. En ausencia de ascas, las determinaciones pueden basarse en la morfología de los cleistotecios y sus fulcros, en caso de que aparecieran, y en la comprobación, cuando sea posible, de los caracteres asexuales, así como en la planta hospedadora.

MATERIAL Y MÉTODO DE TRABAJO

Dado que los *Erysiphales* son parásitos, el método de trabajo se ha basado en la toma de muestras de vegetales que, o bien presentasen la enfermedad en su

sintomatología típica (manchas de micelio y conidios), o bien pudiesen presentar cleistotecios de años anteriores.

La toma de muestras se ha realizado de forma aleatoria, buscando posibles reservorios de cleistotecios y buscando la enfermedad en salidas realizadas a diferentes localidades a lo largo de los años 1992 y 1993. Para esta búsqueda ha sido importante la relación de especies vegetales que son atacadas por oidios (FRON, 1935).

Se han muestreado en 26 localidades, 25 de ellas de la provincia de Navarra y 1 de la provincia de Huesca. Las localidades muestreadas están representadas en la tabla 1 y en la figura 1. En la mayoría de las localidades, el número de muestras recogidas es inferior a 5 salvo en Pamplona, Leiza y Gabardito, en las que se recogieron 5 o más muestras.

Tabla 1

Nº	Localidad	U.T.M.
1	Caparroso	30TXM18
2	Eslava	30TXN21
3	Valdorba	30TXN11
4	Arellano	30TWN71
5	Yesa	30TXN42
6	Arbayún	30TXN42
7	Liédena	30TXN42
8	Loiti	30TXN32
9	Biurrun	30TXN02
10	Villatuerta	30TWN82
11	Ollobarren	30TWN72
12	Gazolaz	30TXN03
13	Gabardito	30TXN84
14	Isaba	30TXN64
15	Elcoaz	30TXN44
16	Pamplona	30TXN14
17	Olza	30TWN94
18	Garralda	30TXN35
19	Irurzun	30TWN95
20	Alsasua	30TWN65
21	Arraiz	30TXN16
22	Azcárate	30TWN86
23	Azpiroz	30TWN86
24	Leiza	30TWN87
25	Yanci	30TXN08
26	Goizueta	30TWN98

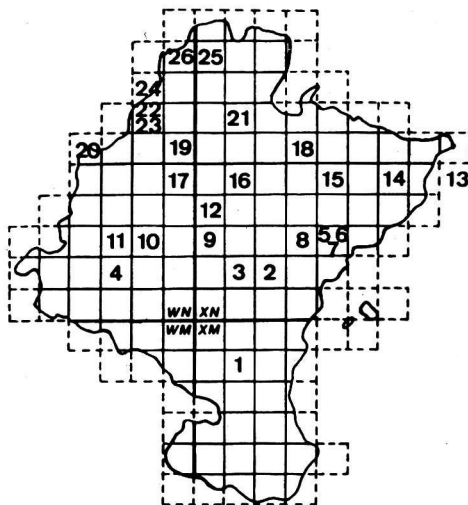



Figura 1: Localidades estudiadas.




Una vez en el laboratorio se han revisado todas las muestras a la lupa; mediante esta revisión se aislaban aquellos cuerpos fructíferos, manchas o cuerpos extraños que pudiesen parecerse a un cleistotecio y, ayudándose de una aguja enmangada, se recolectaba el micelio superficial. Todo lo recogido era colocado en un portaobjetos y se fijaba con Hoyers, con el fin de obtener preparaciones semipermanentes para su estudio posterior. La clasificación de los *Erysiphales* ha de realizarse necesariamente mediante la observación al microscopio óptico, pues los caracteres taxonómicos de estos hongos (tipo de cleistotecio, morfología de los fulcros, número de ascas, morfología de las hifas conidiógenas y de los conidios, ...) son microscópicos.

Los dos tipos de localización de *Erysiphales*, búsqueda de cleistotecios sin que se observe la sintomatología de la enfermedad y búsqueda de manchas de micelio, han aportado distintos resultados y distintas problemáticas. Lo ideal es que en la muestra se observe micelio y cleistotecios pero esto sólo ha ocurrido en algunas pocas muestras de especies determinadas, como en *Microsphaera alphitoides*, de la que en una situación ambiental muy concreta, aparecieron manchas miceliarias del verano anterior que finalmente desarrollaron cleistotecios.

La búsqueda de cleistotecios ha supuesto la necesidad de revisar un gran número de muestras que finalmente no presentaban cuerpos fructíferos de *Erysiphales*, sino muchos y variados cuerpos fructíferos, generalmente incluidos en la cutícula de las hojas, cuya clasificación no se ha realizado. El lado positivo de este tipo de búsqueda es que cuando se encuentran cleistotecios su clasificación es inmediata y no se tienen mayores dudas; este ha sido el caso de las muestras donde ha aparecido *Phyllactinia guttata* y de algunas de las muestras en las que se determinó *Microsphaera alphitoides*. Sin embargo, tenemos que puntualizar que no se ha logrado observar ascas en ninguna de las muestras estudiadas; seguramente debido a que, en estos hongos, la desintegración de las ascas se produce muy pronto. Esta cuestión ha supuesto un problema a la hora de determinar las especies, ya que es el número de ascas por cleistotecio el primero de los caracteres taxonómicos en la clave de géneros que más se ha utilizado en este estudio (DENNIS, 1978). No obstante, otros caracteres relativos a la morfología de los fulcros, hospedante, etc, nos han permitido determinar la mayoría de las especies.

Las muestras con micelio y conidios aseguraban, en principio, que se trataba de un oidio, pero generalmente presentaban el grave problema de carecer de cleistotecios. Esta ausencia de cleistotecios ha sido la tónica dominante en la mayoría de las muestras, especialmente en las recolectadas a partir de abril; en este último período se han desarrollado oidios a partir de esporas y, debido a las buenas condiciones ambientales para su desarrollo, no han llegado a formar cleistotecios.



La clasificación de estas muestras ha sido más complicada: los caracteres utilizados para asignar una especie a cada muestra, en los casos en los que los datos no han sido lo suficientemente determinantes, han sido la morfología y características de los conidios, de las hifas conidiógenas, y del micelio en general, así como la especificidad entre el hospedador y el patógeno.

La metodología en la clasificación de estas muestras ha sido la realización de cortes de las hojas en las zonas donde se observaban manchas miceliales; estos cortes permiten la observación al microscopio de la estructura del hongo, hecho que no se observa mediante su aislamiento con la aguja enmangada.

De esta manera se han identificado *Erysiphe graminis*, *Sphaerotheca pannosa* y *Microsphaera euonymi-japonici*, porque sobre cebada, *Rosa* sp. y *Euonymus japonica* sólo se han descrito respectivamente esas especies de oidios y los caracteres asexuales que observamos en los cortes no contradecían las descripciones bibliográficas de los mismos.

La determinación de *Uncinula bicornis* sobre *Acer negundo* se ha basado en los caracteres asexuales. En este caso, en las Aceráceas sólo se describían dos especies de oidios, *Uncinula bicornis* y *Phyllactinia guttata*: la diferencia para distinguir ambas especies es que *Phyllactinia* sólo genera un conidio en cada hifa conidiógena, mientras que *Uncinula bicornis* puede formar varias hifas conidiógenas formando dos y hasta tres conidios, como es el caso de nuestra muestra.

En la determinación de estos patógenos resalta de una manera determinante la relación hospedador-patógeno, especialmente en aquellos oidios cuya estrategia para sobrevivir a la estación desfavorable no es la formación de cleistotecios. Los ejemplos más claros de esta relación hospedador-patógeno resultan los oidios de la rosa y de *Euonymus japonica*.

RESULTADOS

En la tabla 2 se indican la fecha de recogida, la localidad, el hospedador y la especie de *Erysiphales* encontrados (en el caso en que se hayan encontrado), ordenadas según la planta hospedadora, por orden alfabético.



Tabla 2

Fecha	Localidad	Hospedador	Especie
06/03/93	Isaba	<i>Acer campestre</i>	<i>U. bicornis</i>
14/03/93	Elcoaz	<i>A. campestre</i>	_____
15/10/92	Garralda	<i>A. campestre</i>	_____
28/05/93	Pamplona	<i>A. negundo</i>	<i>U. bicornis</i>
09/03/93	Pamplona	<i>A. negundo</i>	_____
09/03/93	Pamplona	<i>Acer</i> sp.	_____
11/03/93	Leiza	<i>Alnus glutinosa</i>	_____
15/10/92	Garralda	<i>Buxus sempervirens</i>	_____
11/03/93	Leiza	<i>Castanea sativa</i>	_____
04/11/92	Pamplona	<i>Catalpa</i> sp.	_____
11/03/93	Leiza	<i>Corylus avellana</i>	_____
05/11/92	Ollobarren	<i>C. avellana</i>	<i>P.guttata</i>
28/10/92	Pamplona	<i>Euonymus japonica</i>	<i>M.euonymi-japonici</i>
30/10/92	Gazolaz	<i>E. japonica</i>	<i>M.euonymi-japonici</i>
08/11/92	Pamplona	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>P.guttata</i>
09/03/93	Pamplona	<i>Hedera helix</i>	_____
04/02/93	Pamplona	<i>Hordeum</i> sp.	<i>E. graminis</i>
14/02/93	Caparroso	<i>Hordeum</i> sp.	<i>E.graminis</i>
05/11/92	Villatuerta	<i>Onobrychis viciifolia</i>	_____
09/11/92	Pamplona	<i>Platanus</i> sp.	_____
09/03/93	Pamplona	<i>Platanus</i> sp.	_____
09/03/93	Pamplona	<i>Populus alba</i>	_____
20/03/93	Gabardito	<i>P. nigra</i>	_____
14/11/91	Pamplona	<i>P. nigra</i>	_____
23/03/93	Liédena	<i>Psoralea bituminosa</i>	_____
10/11/91	Valdorva	<i>Quercus calvescens</i>	<i>M. alphitoides</i>
14/03/93	Elcoaz	<i>Q. faginea</i>	_____
18/03/93	Biurrun	<i>Q. faginea</i>	<i>M.alphitoides</i>
18/03/93	Biurrun	<i>Q. faginea</i>	_____
23/03/93	Loiti	<i>Q. faginea</i>	_____
29/03/93	Olza	<i>Q. faginea</i>	_____
20/04/93	Pamplona	<i>Q. faginea</i>	_____
28/04/93	Arellano	<i>Q. faginea</i>	_____
25/10/92	Iruzun	<i>Q. faginea</i>	_____
13/03/93	Eslava	<i>Q. faginea</i>	<i>M.alphitoides</i>
05/11/92	Ollobarren	<i>Q. faginea</i>	<i>M.alphitoides</i>
05/06/93	Arbayun	<i>Q. faginea</i>	<i>M.alphitoides</i>
18/03/93	Biurrun	<i>Q. ilex ballota</i>	_____
20/30/93	Gabardito	<i>Q. ilex ballota</i>	_____



Tabla 2 (continuación)

Fecha	Localidad	Hospedador	Especie
15/10/91	Azpiroz	<i>Q. petraea</i>	_____
28/04/93	Arellano	<i>Q. pubescens</i>	_____
02/03/93	Gabardito	<i>Q. pyrenaica</i>	_____
19/05/93	Goizueta	<i>Q. robur</i>	<i>M.alphitoides</i>
15/10/92	Garralda	<i>Q. robur</i>	<i>M.alphitoides</i>
11/03/93	Leiza	<i>Q. robur</i>	<i>M.alphitoides</i>
19/05/93	Igantzi	<i>Q. rubra</i>	_____
15/11/92	Azcarate	<i>Quercus</i> sp.	_____
20/03/93	Gabardito	<i>Rosa canina</i>	<i>S.pannosa</i>
14/11/92	Pamplona	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
28/05/93	Yesa	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
14/11/92	Pamplona	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
30/04/93	Pamplona	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
30/10/92	Gazolaz	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
12/06/93	Alsasua	<i>Rosa</i> sp.	<i>S.pannosa</i>
18/02/93	Arraiz	<i>Rubus</i> sp.	_____
20/03/93	Gabardito	<i>Rubus</i> sp.	_____
20/03/93	Gabardito	<i>Salix alba</i>	_____
20/03/93	Gabardito	<i>Sorbus</i> sp.	_____
11/03/93	Leiza	<i>Vaccinium myrtillus</i>	_____
21/10/92	Pamplona	<i>Viburnum</i> sp.	_____
28/05/93	Yesa	<i>Vitis</i> sp.	_____

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DETERMINADAS

Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl.

Este oídio fue descrito por primera vez en 1.877 en Portugal como *Oidium quercinum*, fue reclasificado como *Microsphaera alphitoides* en Francia en 1.907 y se confirmó en su estado perfecto en 1.912 por Griffon y Maublanc.

La sintomatología a ojo desnudo es la característica de los oidios en general, es decir, mancha pulverulenta sobre las hojas; se presenta sobre distintos robles en Europa.

Caracteres asexuales: El micelio, con hifas de diámetro variable, se desarrolla sobre las hojas y las partes más jóvenes de las plantas; este micelio superficial emite haustorios a las células epidérmicas, de las que extrae los nutrientes.

En las manchas miceliales se desarrollan hifas conidiógenas, cortas y patentes, en cuyo extremo se desarrollan los conidios. Estas hifas presentan en el extremo una

célula basal débilmente destacada, por encima de la cual se presenta una célula ovoide generadora de conidios, y en el extremo un conidio más o menos desarrollado (Figs. 2 y 3).

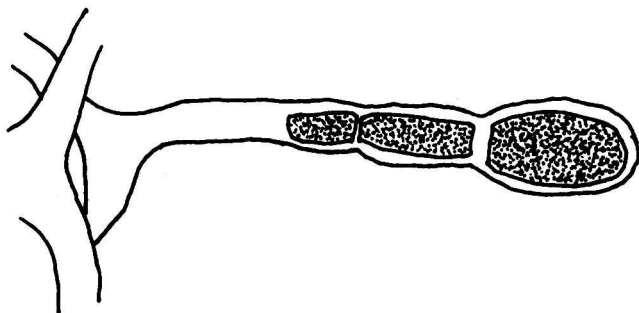


Figura 2: Conidioforo y conidio de *Microsphaera alphitoides* basado en Lanier *et al.* 1976.

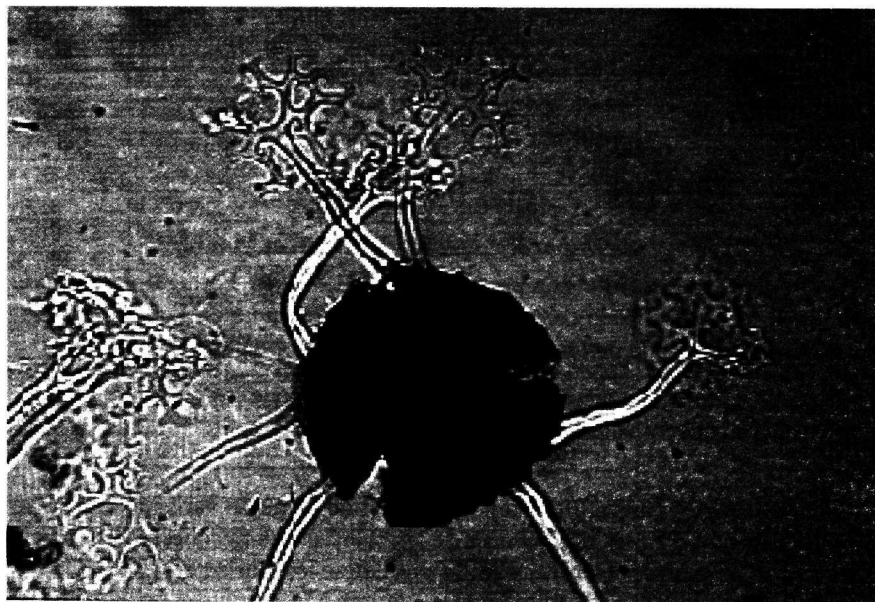



Figura 3: Cleistotecio de *Microsphaera alphitoides* (x40).



Cuando el conidio madura se libera y la célula intermedia se tabica, dando lugar a un nuevo conidio. Este proceso se repite continuamente mientras las condiciones ambientales lo permitan. Los conidios maduros son elípticos o en forma de barril, de 25-37 x 15-22 μm .

Caracteres sexuales: Los cleistotecios son pardo-oscuros cuando alcanzan la madurez; presentan un diámetro de 180-200 μm ; de ellos se proyectan de entre 10 y 40 fulcros repetidamente divididos de forma dicótoma, pero sin retorcerse en forma de anzuelo. Por bibliografía sabemos que contienen hasta 15 ascas con hasta 8 esporas cada una, esporas que son elipsoidales e incoloras y de 20-24 x 10-14 μm . Los cleistotecios se forman ocasionalmente, generalmente tras veranos cálidos y secos; en Gran Bretaña se encontraron por primera vez en 1.945 (PHILLIPS & BURDEKIN, 1982).

Ciclo biológico: *M. alphitoides* es un oidio que inverna en las yemas foliares de los robles; cuando llega la primavera produce conidios cuyas condiciones de germinación óptimas son temperaturas de entre 20 y 23 grados centígrados y humedad atmosférica relativa de entre 76 y 96% (HEWITT, 1974). Estos conidios generan multitud de ciclos secundarios. Los cleistotecios aparecen más frecuentemente tras veranos secos y cálidos, pero tampoco es una norma general ya que DOBBS (1951) encontró cleistotecios en el norte de Gales tras un verano notablemente frío y húmedo. En nuestro estudio se han encontrado cleistotecios tanto en hojas otoñales que tenían manchas de micelio como en hojas desprendidas y secas sin indicios de tener oidio. Las muestras recogidas en primavera sólo presentaban manchas miceliarias sin cleistotecios.

Distribución: *M. alphitoides* presenta un área de distribución que abarca toda Europa, Asia y Norte de África, siempre sobre especies de *Quercus*, aunque ocasionalmente se han encontrado sobre *Fagus sylvatica* y *Corylus avellana*. En Europa se han descrito otras dos especies de oidios sobre robles, *Microsphaera hypophylla* (*M. sylvatica*), en Noruega, Suecia, Suiza y Austria y *Colocladia* (*Microsphaera*) *penicillata*, conocido sólo en Italia.

Entre las especies de *Quercus* existen a su vez diferencias de sensibilidad ante este oidio, así las especies de hoja caduca son más sensibles que las de hoja perenne. Entre las caducas, *Quercus rubra* es muy resistente y *Quercus petraea* es bastante más resistente que *Quercus robur*, que es la especie más sensible de todos los robles a esta enfermedad. Las especies de hoja perenne apenas son atacadas, siendo *Quercus coccifera* la especie más resistente de todos los robles.

En nuestro estudio se han analizado 22 muestras de especies de *Quercus*, 11 del grupo *faginea*, de los cuales 5 presentaban este oidio, 3 de *Quercus robur*, todos

ellos con enfermedad, y el resto de los robles recogidos no estaban infectados. La distribución geográfica se puede observar en la figura 4, en la que aparecen todas las localidades estudiadas, separando aquellas en las que se ha encontrado este oidio (●) de las localidades en las que no se ha encontrado (★). En el caso de Biurrun, se han analizado 2 muestras de *Quercus faginea* y una de ellas presentaba la enfermedad.

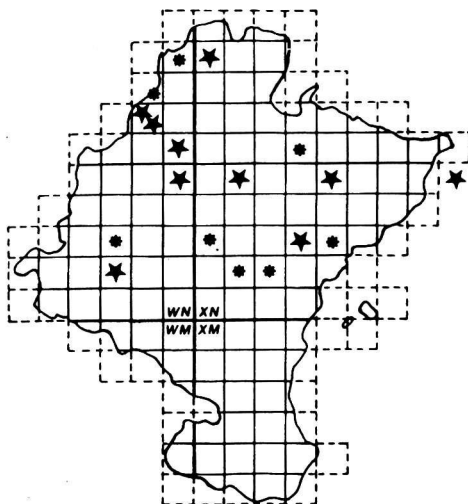


Figura 4: Localidades en las que se ha encontrado *Microsphaera alphitoides* (●) y localidades en las que no se ha encontrado (★).

Importancia de la enfermedad y control: El oidio producido por *M. alphitoides* es la enfermedad más común y grave de los robles en Europa. En plántula y estados juveniles el ataque alcanza a toda la planta, tallos incluidos, sobre la que se forma la mancha típica de micelio. Este ataque puede matar al ejemplar, o generar un desarrollo anormal produciendo una morfología arbustiva, y por tanto no maderable. Los ataques a las plántulas son graves en semilleros y además, según VINEY (1970), suponen la principal causa de la no regeneración natural de los robledales de *Quercus robur* en Francia y Bélgica; el mismo autor comenta que el ataque de *M. alphitoides* durante tres años seguidos en plantas jóvenes de *Quercus robur* supone una reducción de su crecimiento en un 30%.

El ataque a ejemplares adultos es leve y se reduce a las hojas; sin embargo *M. alphitoides* participa, junto con otros muchos hongos y parásitos, en el debilitamiento progresivo de los robles, que en algunos casos puede llevar a una senescencia prematura de los mismos.

El control de la enfermedad es sencillo ya que *M. alphitoides*, como casi todos los oidios, es sensible a los compuestos de azufre, por lo que la aspersión sobre los ejemplares de compuestos como caldo Bordelés o azufre coloidal en las proporciones y épocas adecuadas, eliminan el oidio sin mayores complicaciones.

Microsphaera euonymi-japonici Viennot-Bourgin

Al contrario que *M. alphitoides*, la información sobre *Microsphaera euonymi-japonici* es muy escasa. Esta especie es característica de la planta ornamental *Euonymus japonica*, un seto perenne del cual se han obtenido dos muestras con oidio, en Pamplona y Gazolaz; en ambos casos son setos de jardines (Fig. 5).

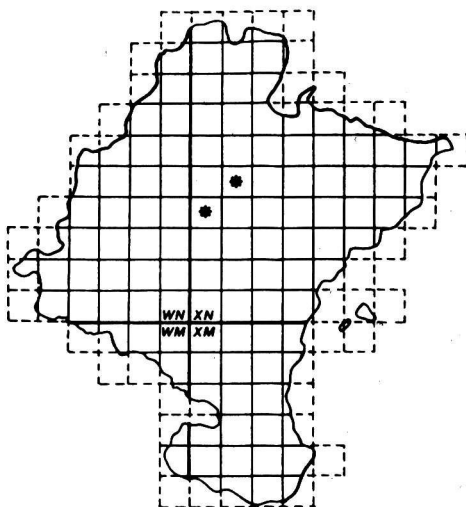


Figura 5: Localidades en las que se ha encontrado *Microsphaera euonymi-japonici*.

Forma una mancha miceliar gruesa y densa con abundantes conidios en la superficie de la hojas; estas manchas no llegan generalmente a extenderse por toda la hoja, sino que en cada hoja aparecen de una a tres manchas densas de micelio de, aproximadamente, un centímetro de diámetro; además, como característica fenológica, *M. euonymi-japonici* permanece todo el año en forma de micelio, formado por conidios, y sólo se han encontrado algunos cleistotecios de esta planta en Europa (SINCLAIR *et al.*, 1987).

Microsphaera euonymi-japonici provoca clorosis y defoliaciones, y si no se trata produce varias infecciones en la misma planta a lo largo del año.



Sphaerotheca pannosa (Wallr.) Lévl.

Esta especie de los *Erysiphales* es la principal preocupación de los productores de rosas, ya que provoca una de las enfermedades más importante de esta planta ornamental. Esta especie es la única de los *Erysiphales* que ataca a la rosa, lo que significa que, de hecho, la identificación de este oidio se basa en su especificidad con el hospedador.

Caracteres y ciclo biológico: *Sphaerotheca pannosa* es un oidio que inverna como micelio en las yemas de los rosales (PRICE, 1970); por tanto la enfermedad se inicia cada año sobre todo a partir de esas yemas infectadas del año anterior. Cuando las condiciones vuelven a ser favorables el micelio forma conidios que reinfectan hojas y tallos jóvenes (figura 6).

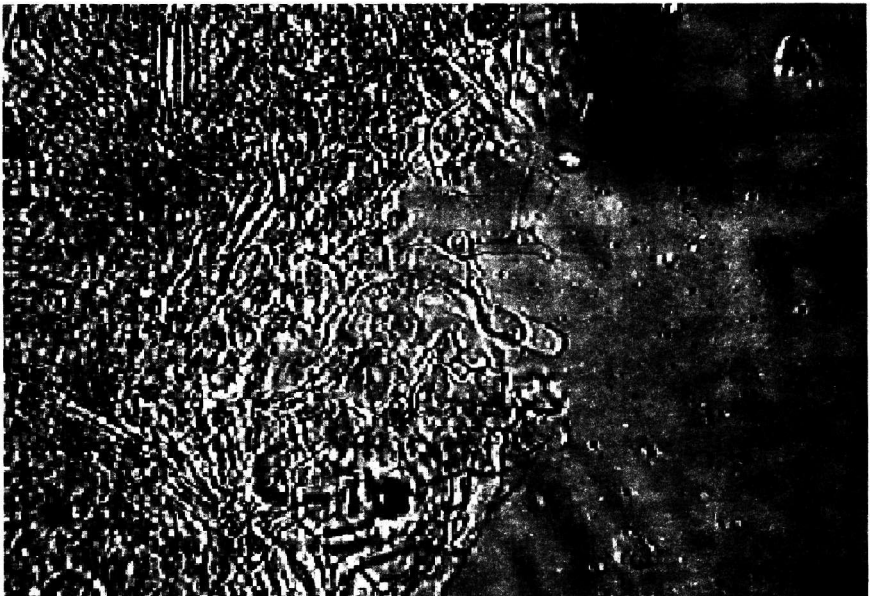


Figura 6: Hoja de *Rosa* sp. con *Sphaerotheca pannosa*.

La susceptibilidad de hojas y peciolo de rosa a la enfermedad decrece significativamente a los pocos días de su brote, pero hasta entonces son muy sensibles. Las hojas, a los cuatro días de brotar, comienzan a presentar cierta resistencia, y a las dos semanas son muy resistentes; los peciolo aumentan su resistencia más despacio, tal vez porque forman la cutícula más lentamente (SINCLAIR *et al.*, 1987)

En buenas condiciones ambientales tras la infección, normalmente del envés de una hoja por un conidio, se forman de nuevo conidios a las 48-72 horas. Los conidios se forman en conidióforos cortos, erectos, cada uno de los cuales portan una cadena de 5 a 10 conidios ovoides. Las buenas condiciones aludidas son unos 15°C y 90-99% de humedad relativa durante la noche, lo que favorece la formación, germinación e infección de los conidios, y 26°C y 40-70% de humedad relativa durante el día, lo que favorece su dispersión (TAMMEN, 1973; WHEELER, 1973).

Con el paso de los días, en las manchas de oidios se forma un micelio secundario de hifas rectas, de 6 µm de ancho, con paredes engrosadas, que forman unas manchas afieltradas denominadas "micelio pannoso", que en principio es blanco y se vuelve grisáceo pardo conforme transcurre el año (WHEELER, 1978; SPENCER, 1978).

Los cleistotecios no presentan ningún papel ni en la invernación, ni en la dispersión de *Sphaerotheca pannosa* y se forman raramente (SMITH *et al.*, 1992). Cuando aparecen se localizan en las propias manchas de micelio y más frecuentemente en la base de las espinas. Los cleistotecios son de globosos a piriformes, pardo-claros, con pocos apéndices micelioides y contienen una sola asca por cleistotecio.

Distribución: *Sphaerotheca pannosa* es un oidio que se desarrolla en todo el mundo, se han definido variedades y razas que se especializan en distintas especies de rosáceas y variedades de rosa: la variedad *rosae*, que ataca a los rosales de todo el mundo y presenta diferentes razas, y la variedad *persicae* ataca a distintas especies de *Prunus* incluyendo varias especies de frutales.

En nuestro estudio se han analizado siete muestras de rosas, seis de ellas variedades de jardinería y una *Rosa canina*. Todas ellas presentaban manchas miceliarias típicas de oidio, pero en ninguna aparecían cleistotecios; la distribución geográfica de las muestras se pueden contemplar en la figura 7.

Importancia de la enfermedad y control: *Sphaerotheca pannosa* provoca deformación, rizado y caída prematura de las hojas, y limita el crecimiento del rosal. Aunque no suele atacar generalmente a los pétalos, crece abundantemente sobre sépalos, pedicelos y receptáculos florales. Cuando ataca al tallo justo por debajo del capullo floral es frecuente que el desarrollo de la flor quede impedido.

El control de esta enfermedad se realiza mediante fungicidas de contacto sulfurados y sistémicos que intentan destruir el micelio de las yemas y evitan la infección de las hojas en los primeros días de su desarrollo (AGRIOS, 1991).

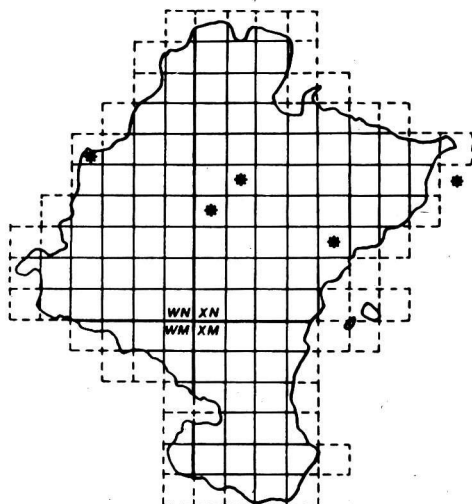


Figura 7: Localidades en las que se ha encontrado *Sphaerotheca pannosa*.


Erysiphe graminis DC.

Esta especie es la causante del oidio del cereal, enfermedad muy extendida en toda Europa que no es grave, salvo cuando el ataque se da en plántulas, pero que en cualquier caso disminuye su producción.

Caracteres y ciclo biológico: *E. graminis* inverna bien como cleistotecio, de 150 μm de diámetro, con hasta 15 ascas de unas 8 esporas cada una, del que se proyectan fulcros micelioides, o bien como micelio, infectando en otoño-invierno a los cereales de invierno, que hacen de "puente verde" para continuar la enfermedad en forma vegetativa de un año para otro.

Los cleistotecios pueden sobrevivir desecados durante un periodo largo de tiempo: cuando se vuelven a hidratar y las condiciones ambientales lo permiten se rompe el cleistotecio y se expulsan las esporas.

La infección por esporas o conidios se hace a una temperatura óptima de entre 15 y 20°C, aunque se puede dar en un rango de temperaturas desde los 5 a los 30°C; la infección también requiere una humedad relativa del 98-100%, pero resulta inhibida si hay agua libre sobre las hojas. Tras 7-10 días de la infección, el oidio produce ya conidios en conidióforos cortos y erectos, que portan cadenas de conidios. La esporulación y dispersión de los conidios está favorecida por una atmósfera más o menos seca (SMITH *et al.*, 1992).



Con el transcurso del tiempo y el empeoramiento de las condiciones ambientales, especialmente el aumento de la sequía, se forma un micelio secundario, formado por numerosas setas, erectas, de pared gruesa y algunos conidios.

Una de las dos muestras de *E. graminis* que se han determinado, pertenece a una planta de cebada que se ha mantenido con el oidio a lo largo de cinco meses en el laboratorio. A lo largo de estos meses se ha procurado, al principio, favorecer el desarrollo vegetativo del oidio y, posteriormente, provocar la formación de cleistotecios mediante la sequía de la planta. Se consiguió desarrollar la enfermedad en toda la planta pero después no se formó un solo cleistotecio.

El seguimiento del desarrollo de la enfermedad se ha resumido en cinco momentos correspondientes a los primeros días de cada mes:

Febrero: La planta presenta dos pequeñas manchas de micelio blanco en la base de dos hojas inferiores, ambas manchas se encuentran en el haz. Se introduce la planta en un plástico para mantener la humedad relativa alta, y se riega normalmente con solución Hoagland, ya que la planta crece sobre sustrato artificial (perlita).

Marzo: Se presentan grandes manchas miceliarias en las hojas inferiores de la planta; al realizar un "raspado" de una de las manchas sólo se observan conidios elípticos muy alargados en enormes cantidades.

Abril: La planta se encuentra totalmente invadida de oidio, con muchas manchas en todas las hojas, tanto en el haz como en el envés. Las manchas que se extienden sobre las hojas son de 1 x 0,5 cm de media. A partir de primeros de abril se le retiró el plástico y se dejó de regarla; estas "condiciones adversas" son provocadas con el fin de inducir la formación de cleistotecios por parte del oidio.

Mayo: La planta está marchita aunque aún no está totalmente amarilla, las manchas de micelio han adquirido una tonalidad marrón oscura con características de micelio secundario; hifas cortas, gruesas y patentes, pero no se ha localizado ningún cleistotecio.

Junio: La planta está totalmente muerta, el micelio secundario permanece en el mismo estado y no se ha producido la formación de cleistotecios.

Tal vez la brusquedad con la que se ha provocado el paso de condiciones favorables de humedad relativa y riego a condiciones no favorables como la falta total de riego y humedad relativa atmosférica, así como la rápida marchitez de la planta, no ha permitido la formación de cleistotecios.

Distribución: *Erysiphe graminis* se extiende por todo el mundo sobre gramíneas festucoides y cereales; no ataca al maíz, mijo, arroz ni sorgo.

Se distinguen distintas formas especiales que atacan exclusivamente un tipo de cereal, como la forma especial *tritici*, que ataca exclusivamente al trigo; forma especial *hordei*, que ataca exclusivamente a la cebada; forma especial *avenae*; que ataca exclusivamente a la avena y forma especial *secalis*, que ataca exclusivamente al centeno. De los cuatro cereales, la cebada es la que sufre los ataques más severos de oidio.

En general, las formas especiales de gramíneas silvestres no infectan cereales, excepto en el caso de una relación genética propia entre un cereal y su pariente silvestre, por ejemplo entre *Hordeum spontaneum* y la cebada cultivada (SMITH *et al.*, 1992). En nuestro estudio se ha detectado este hongo en dos localidades, en Pamplona y en Caparroso, tal como se muestra en la figura 8.

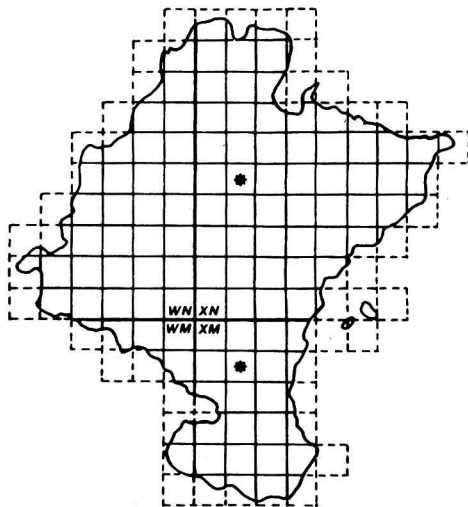


Figura 8: Localidades en las que se ha encontrado *Erysiphe graminis*.

Importancia de la enfermedad y control: El oidio provoca generalmente daños leves que se traducen en una disminución de la producción.

El control se realiza mediante la combinación de varios tipos de fungicidas y la mezcla de distintos tipos de cultivares de cebada cada uno de ellos con distintos mecanismos de resistencia al oidio.

***Phyllactinia guttata* (Wallr.) Lév.**

(*P. corylea* (Pers) Karst; = *P. suffulta* (Rabenh.) Sacc.).

Es una especie de *Erysiphales* que parasita un amplio espectro de especies arbóreas y arbustivas de hoja caduca y perenne.

Caracteres asexuales: *P. guttata* desarrolla un micelio superficial laxo preferentemente en el envés de las hojas; se distingue del resto de los oidios determinados en este trabajo en que emite micelio intercelular e invade células del parénquima más profundamente que la capa de células epidérmicas.

Forma conidios ovoides de 50-120 x 8-15 μm , que se forman individualmente en las hifas conidiógenas, cortas y patentes (BROOKS, 1953).

Caracteres sexuales: Los cleistotecios aparecen habitualmente en el envés de las hojas asociados al micelio laxo, tienen unos 300 μm de diámetro, son subglobosos, pardo-negruzcos al madurar. Presentan de 5 a 18 fulcros ecuatoriales hialinos, con un bulbo subgloboso en la base. La pared del cleistotecio está cubierto de un mechón de hifas cortas, delgadas y algo mucilaginosas (figuras 9 y 10).

En cada cleistotecio se pueden desarrollar hasta 45 ascas, cada una con dos esporas de 30-40 x 16-25 μm (DENNIS, 1978).

Ciclo biológico: *P. guttata* responde al patrón típico del ciclo de los oidios. Inverna en cleistotecios que se forman en otoño. Los cleistotecios, mediante movimientos higroscópicos facilitados por los fulcros y por el mucílago que segregan los mismos, se mueven, adheriéndose a yemas cercanas o cayendo al suelo donde completan su maduración (PHILLIPS & BURDEKIN, 1982)

En primavera la presión de las ascas rompe el cleistotecio por la banda ecuatorial y libera las esporas.

Distribución: *P. guttata* ataca a multitud de árboles y arbustos de todo el mundo, como por ejemplo cafeto, *Catalpa*, boj, fresno, serbal, agracejo, castaño de indias de California, cinamomo, grosellero, cornejo, sauco, olmo, magnolio, manzano, arándano, roble, *Paulownia*, peral, *Prunus*, sauce, arce, ...

Se distinguen dentro de la especie numerosas formas especiales que atacan exclusivamente a algún determinado hospedador: forma especial *alni* que ataca al aliso, forma especial *betulae*, que ataca al abedul, forma especial *carpini* que ataca al carpe, forma especial *coryli*, que ataca al avellano y forma especial *fagy*, que ataca al haya.



Figura 9: *Phyllactinia guttata* sobre *Fraxinus angustifolia* (x10).

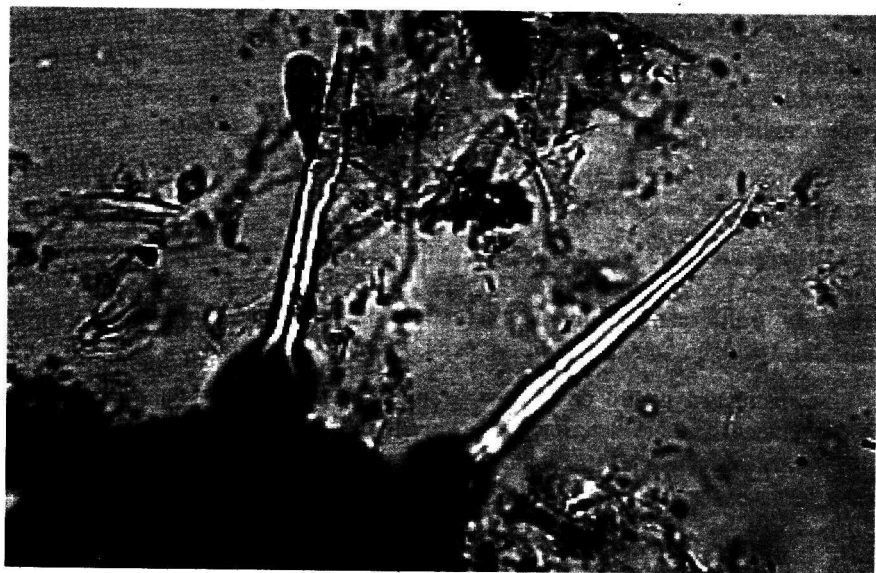


Figura 10: *Phyllactinia guttata* sobre *Fraxinus angustifolia* (x40).

En Europa es sobre avellano donde más habitualmente se encuentra esta especie de oidio.

En nuestro estudio se han determinado dos muestras de *P. guttata*, una sobre avellano y otra sobre fresno, y han sido resultado de una recogida casi al azar. Se recogieron estas muestras sabiendo que eran hospedadores potenciales de oidios, pero sin observar los síntomas ya que estos aparecían en el envés y se limitaban a unas hifas superficiales sueltas y a los cleistotecios. Las localidades se muestran en la figura 11.

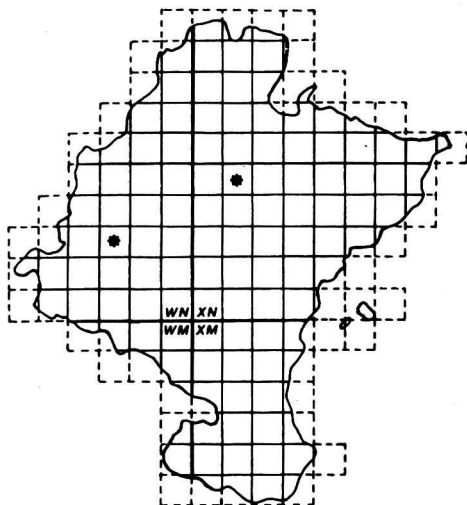


Figura 11: Localidades en las que ha sido encontrada *Phyllactinia guttata*.

Importancia de la enfermedad y control: *P. guttata* raramente causa daños importantes y generalmente no es tratada. En caso de tener que eliminar la enfermedad, este oidio es muy sensible a los compuestos de azufre coloidal, que se aplican mediante aspersión.

Uncinula bicornis (Fr.) Lév.

(= *Uncinula aceris* (DC) Sacc.)

Es el oidio de varias especies de arces.

Caracteres y ciclo biológico: Los cleistotecios son el mecanismo para sobrevivir a la época invernal, presentan por tanto el patrón típico del ciclo de *Erysiphales*. El cleistotecio es subgloboso, de 150-200 μm , negruzco; de él se

proyectan fulcros más cortos que el diámetro del cleistotecio divididos cerca del ápice y fuertemente recurvados en una doble hoz (Figura 12). Contiene de 4 a 17 ascas con 8 esporas cada una de 22-26 x 13-15 μm (DENNIS, 1978).



Figura 12: Cleistotecio de *Uncinula bicornis* (x40).

Forman manchas miceliares laxas en ambas caras de las hojas, desarrolladas a partir de las esporas o conidios en ciclos secundarios. Los conidióforos generan más de un conidio cada uno. Los conidios son hialinos y tienen forma de barril.

Distribución: Esta especie se desarrolla sobre distintas especies de arces. En nuestro estudio, se han determinado dos muestras de *U. bicornis* de dos localidades, tal como se muestra en la figura 13. Una de las muestras se encontró en Isaba, sobre hoja de *Acer campestre* del año anterior, que presentaba los cleistotecios con todos los fulcros rotos, excepto uno, que es el que nos ha permitido su determinación. La otra muestra se recolectó sobre una hoja de *Acer negundo*, recogida a finales de mayo en Pamplona, en la que aparecían manchas miceliares tanto en el haz como en el envés, sin cleistotecios; los conidióforos presentaban más de un conidio en forma de barril, que medían una media de 22 x 25 μm . Estas características descartaban la posibilidad de que se tratase de *P. guttata* (micelio sólo en el envés, conidios solitarios ovoides, de 50-120 x 8-15 μm).

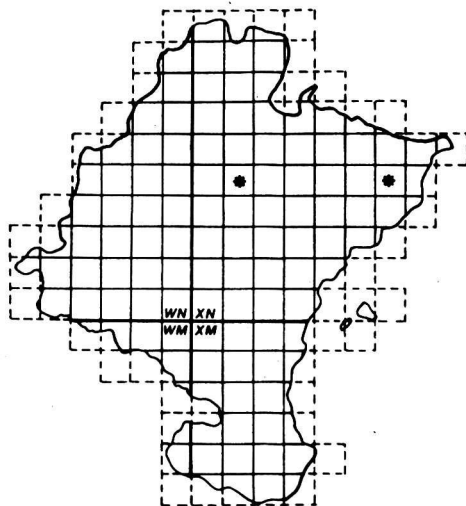


Figura 13: Localidades en las que se ha encontrado *Uncinula bicornis*.

Importancia de la enfermedad y control: En la bibliografía se comenta la ausencia de casos en que esta enfermedad haya causado algún problema o se haya tratado.

COMENTARIO FINAL


En este trabajo reflejamos los resultados obtenidos en el estudio de los oidios que atacan a diferentes especies vegetales. Como se ha indicado anteriormente, la búsqueda de plantas afectadas por estos hongos ha sido realizada de manera aleatoria, por lo que se han revisado gran cantidad de especies que, en un principio parecían tener la enfermedad, pero que con un estudio más detenido y en el laboratorio, han resultado "limpias" de este hongo patógeno. Por tanto, los resultados que mostramos hacen referencia a las plantas que han resultado estar infectadas por este hongo, ya que de 61 muestras analizadas, sólo 23 han sido portadoras de estos hongos, es decir, el 37,7% de las muestras estudiadas.

En los diferentes muestreos se han detectado 6 especies de *Erysiphales* distribuidas por toda Navarra. La especie que en mayor número de ocasiones ha sido detectada es *Microsphaera alphitoides*, detectada en 8 ocasiones, todas ellas sobre diferentes especies de *Quercus*. Era esperado que esta especie fuera la más representada ya que *Quercus* es un género que aparece totalmente distribuido por toda Navarra (LÓPEZ *et al.*, 1991). Le sigue *Sphaerotheca pannosa*, detectada en 7 ocasiones sobre el género *Rosa*. Como ya se ha comentado, esta especie ataca en

exclusiva a las diferentes especies de rosas, por lo que su localización era bastante sencilla. Su distribución abarca toda Navarra ya que los rosales están muy extendidos por toda la provincia como planta ornamental. EL resto de las especies, *Uncinula bicornis*, *Phyllactinia guttata*, *Microsphaera euonymi-japonici* y *Erysiphe graminis* han sido detectadas en dos ocasiones cada una, por lo que, en principio, no parecen tener mucha importancia en nuestra provincia.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. N. (1991). *Fitopatología*. Ed. Limusa, México.
- BROOKS, F. T. (1953). *Plant Diseases*. Oxford University Press, London.
- DENNIS, R. W. G. (1978). *British ascomycetes*. Ed. J. Cramer.
- DOBBS, C. G. (1951). Fruiting of the oak mildew (*Microsphaera alphitoides*). *Nature, Lond.*, 167: 357.
- FRON, M. G. (1935). *Champignons parasites des plantes*. Libraire E. le français, Paris.
- GRIFFON, E. & MAUBLANC, A. (1912). Les *Microsphaera* des chênes. *Bull. Soc. Mycol. Fr.*, 28: 88-103.
- HEWITT, H. G. (1974). Conidial germination in *Microsphaera alphitoides*. *Trans. Br. mycol. Soc.* 63: 587-589.
- LANIER, L.; JOLY, P.; BONDOUX, P. & BELLEMÈRE, A. (1976). *Mycologie et pathologie forestières. II. Pathologie forestière*. Ed. Masson, Paris.
- LÓPEZ, M. L.; EDERRA, A.; PIGNATTI, S.; SOLANS, M. J.; LÓPEZ, S. y MIGUEL, A. M. de. (1991). Cartografía de la Flora Navarra. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 8: 1-459.
- PHILLIPS, D. H. & BURDEKIN, D. A. (1982). *Diseases of forest and ornamental trees*. Ed. MacMillan Press LTD.
- PRICE, T. V. (1970). Epidemiology and control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) on roses. *Ann. Appl. Bio.* 65: 231-248.
- SMITH, I. M.; DUNEZ, J.; LELLIOTT, R. A.; PHILLIPS, D. H. & ARCHER, S. A. (1992). *Manual de enfermedades de las plantas*. Ed. Mundi-Prensa.
- SINCLAIR, W. A.; LYON, H. H. & JOHNSON, W. T. (1987). *Diseases of trees and shrubs*. Cornell University Press. London.
- SPENCER, D. M. (Ed.) (1978). *The Powdery Mildews*. Academic Press. London.

- 
- TAMMEN, J. F. (1973). Rose powdery mildew studied for epidemics. *Science in Agriculture*, 20: 10.
- VINEY, R. (1970). L'oidium du chêne. *Revue for. fr.*, 22: 365-369.
- WHEELER, B. E. J. (1973). Research on rose powdery mildew at Imperial College. *Journal of the Royal Horticultural Society*, 98: 225-230.
- WHEELER, B. E. J. (1978). Powdery mildews ornamentals. In SPENCER, D. M. (Ed.): *The Powdery Mildews*, pp: 411-445.