

EL CORNEZUELO DEL CENTENO (I): BIOLOGÍA, HISTORIA Y ERGOTISMO

por

C. ILLANA-ESTEBAN

Dpto. Biología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, E-28871 Alcalá de Henares, Madrid. E-mail: carlos.illana@uah.es

Summary. ILLANA-ESTEBAN, C. (2008). The ergot of rye (I): Biology, history and ergotism. *Bol. Soc. Micol. Madrid.* 32:293-306

A review on the parasitic fungus *Claviceps purpurea*, known in Spain with the common name of “cornezuelo del centeno” is given. Its life cycle and nomenclatural aspects are commented. A historical review of how it has evolved is provided. Finally, the disease caused by the ingestion of bread made with rye flour contaminated with ergot (known as ergotism or Saint Anthony’s fire) is presented here.

Key words: *Claviceps purpurea*, ergot, biology, history, ergotism.

Resumen. ILLANA-ESTEBAN, C. (2008). El cornezuelo del centeno (I): Biología, historia y ergotismo. *Bol. Soc. Micol. Madrid.* 32:293-306

Se realiza una revisión sobre el hongo parásito *Claviceps purpurea*, conocido en España con el nombre vulgar de “cornezuelo del centeno”. Se comenta su ciclo de vida, y aspectos nomenclaturales. Se hace una revisión histórica de como ha evolucionado el conocimiento de este hongo. Finalmente se analiza en España y Europa la enfermedad que provocaba la ingestión de pan elaborado con harina de centeno contaminada con *Claviceps purpurea*, conocida como ergotismo o fuego de San Antonio.

Palabras clave: *Claviceps purpurea*, cornezuelo del centeno, biología, historia, ergotismo.

INTRODUCCIÓN

Hace millones de años, en el Neolítico, el hombre aprendió a cultivar las plantas, y éstas fueron adquiriendo una importancia cada vez mayor en su alimentación. Entre las plantas agrícolas básicas que cultivó estaban los cereales y con sus semillas obtuvo harina para hacer pan – de trigo o de centeno-, y en el caso de las semillas de cebada, cerveza. Durante la Antigüedad, las temporadas húmedas y cálidas fueron propicias para que hongos filamentosos crecieran en los

campos de cereal y sobre las semillas almacenadas. Estos hongos producirían metabolitos secundarios, como son micotoxinas y alcaloides, sobre alimentos que más tarde serían ingeridos por el hombre, provocándole graves intoxicaciones.

De la Antigüedad existen varias referencias relativas a los hongos parásitos, de los cereales (*Puccinia graminis* se conocía por los asirios como *azuperânitu*, *Tilletia tritici* como *šahittu* o *sihittu*, *Ustilago tritici* como *sillânitu*). Incluso en el Antiguo Testamento se habla de enfermedades en los cereales (como *yerakon* o *shidafon*)

(AARONSON, 1989). En yacimientos arqueológicos de distintos países europeos y de Israel se han hallado, junto a restos de plantas y de semillas de cebada, trigo, centeno, mijo y arroz, esporas y esclerocios de algunos hongos parásitos de cereales: *Puccinia graminis*, *Ustilago hordei*, *U. urticulosa*, *U. anomala* y *Claviceps purpurea* (AARONSON, 1989).

EL GÉNERO *CLAVICEPS*

Claviceps es un hongo parásito que comprende alrededor de 600 especies diferentes de la familia *Poaceae*, pertenecientes a 81 géneros (Tabla 1). De ellas casi 400 son parasitadas por *Claviceps purpurea* y más de 50 por *Claviceps microcephala* (BOVE, 1970). *Claviceps purpurea* también ha sido encontrado como parásito de plantas pertenecientes a la familia *Juncaceae* (*Juncus conglomeratus* y *J. effusus*) y *Cyperaceae* (*Carex tribuloides*, *Cyperus esculentus*, *C. rotundus* y *Eleocharis palustris*) (BOVE, 1970).

Existen más especies de *Claviceps* parásitas de gramíneas. Aquellas que parasitan a un mayor número de especies son *C. microcephala* (50 especies), *C. paspali* (30 especies) y *C. pusilla* (20 especies) (BOVE, 1970). Son especialmente importantes *C. gigantea*, *C. zizaniae*, *C. sorghi* y *C. africana* que parasitan a gramíneas de importancia en la alimentación. *C. gigantea* afecta al maíz (*Zea mays*) que se cultiva en los valles altos y húmedos de América Central y México (PALIWAL, 2001). *C. zizaniae* parasita al arroz silvestre (*Zizania palustris* y *Z. aquatica*) que es usado como alimento por los indios nativos de Estados Unidos y Canadá (BOVE, 1970). *C. sorghi* en India y *C. africana* en África, causan el llamado ergot del sorgo, si bien este hongo en los últimos años también ha llegado hasta América (HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ & *al.*, 2001).

PRIMERAS REFERENCIAS

La primera descripción del cornezuelo del

Tabla 1.

Géneros de gramíneas parasitadas por *Claviceps purpurea* (BOVE, 1970).

<i>Aegilops</i>	<i>Agropyrum</i>	<i>Agrostis</i>	<i>Alopecurus</i>
<i>Andropogon</i>	<i>Antheophora</i>	<i>Apluda</i>	<i>Arundo</i>
<i>Arrhenatherum</i>	<i>Asperella</i>	<i>Avena</i>	<i>Bouteloua</i>
<i>Brachiaria</i>	<i>Bromus</i>	<i>Briza</i>	<i>Calamagrostis</i>
<i>Cenchrus</i>	<i>Cortadeira</i>	<i>Cynodon</i>	<i>Cynosurus</i>
<i>Chrysopogon</i>	<i>Dactylis</i>	<i>Danthonia</i>	<i>Deschampsia</i>
<i>Dichelachne</i>	<i>Digitaria</i>	<i>Echinopogon</i>	<i>Elymus</i>
<i>Eragrostis</i>	<i>Festuca</i>	<i>Gaudinia</i>	<i>Glyceria</i>
<i>Hakonechloa</i>	<i>Haynaldia</i>	<i>Helictotrichon</i>	<i>Heteropogon</i>
<i>Hierochloe</i>	<i>Holcus</i>	<i>Hordeum</i>	<i>Hyparrhenia</i>
<i>Imperata</i>	<i>Ischaemum</i>	<i>Koeleria</i>	<i>Lagurus</i>
<i>Lolium</i>	<i>Melica</i>	<i>Melinis</i>	<i>Microlaena</i>
<i>Milium</i>	<i>Miscanthus</i>	<i>Orthoclada</i>	<i>Oryza</i>
<i>Oryzopsis</i>	<i>Panicum</i>	<i>Paspalidium</i>	<i>Paspalum</i>
<i>Pennisetum</i>	<i>Poa</i>	<i>Phalaris</i>	<i>Phleum</i>
<i>Phyllostachys</i>	<i>Phragmites</i>	<i>Polypogon</i>	<i>Rhynchelytrum</i>
<i>Sasa</i>	<i>Secale</i>	<i>Setaria</i>	<i>Seslaria</i>
<i>Sitanion</i>	<i>Sorghum</i>	<i>Spartina</i>	<i>Sphenopholis</i>
<i>Spodiopogon</i>	<i>Stipa</i>	<i>Themeda</i>	<i>Tripsacum</i>
<i>Trisetum</i>	<i>Triticum</i>	<i>Urochloa</i>	<i>Zea</i>
<i>Zizania</i>			



Figs. 1-2. Fig. 1. Esclerocio de *Claviceps purpurea* saliendo de una espiga de centeno junto a varios esclerocios. Fig. 2. Estroma pedunculado que se origina a partir del esclerocio. En las cavidades se encuentran los peritecios con los ascos.

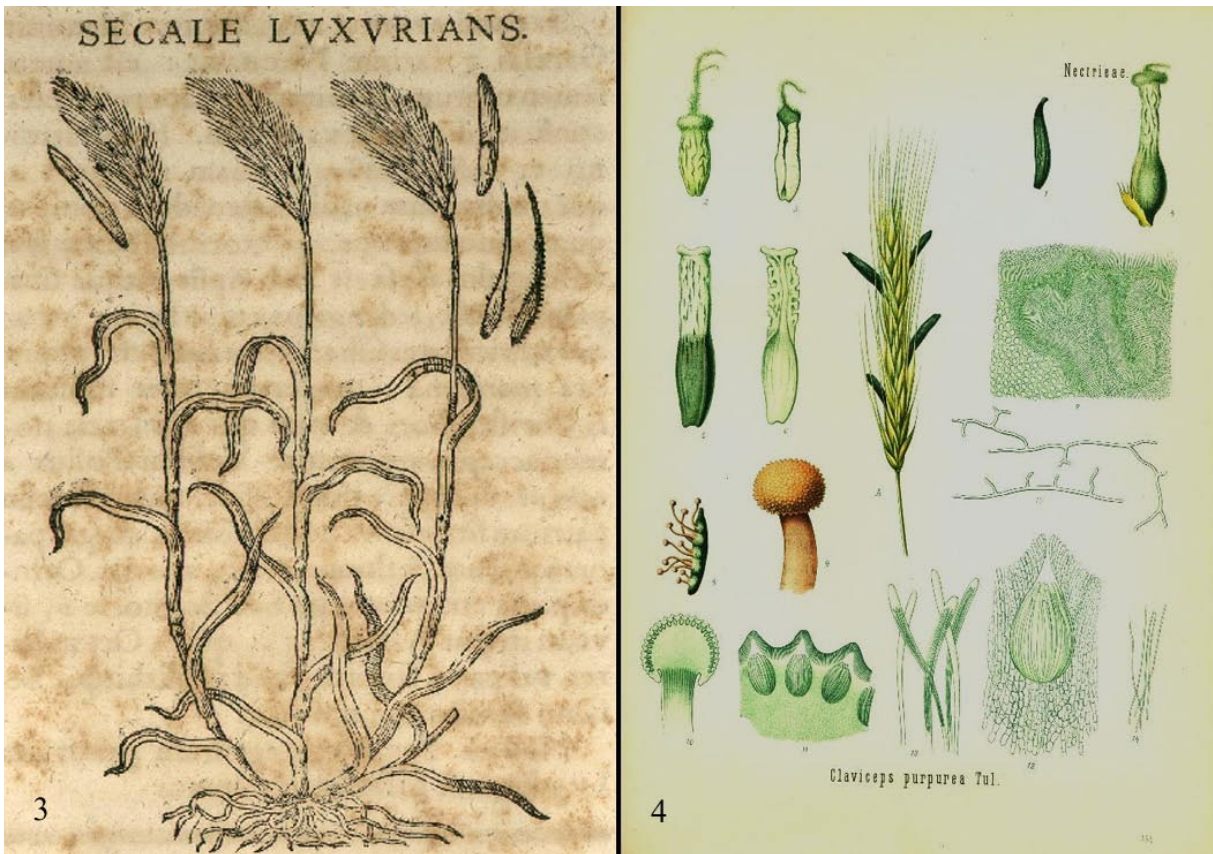
centeno, la realizó Adam Lonitzer en 1582, con el nombre de *Clavus siliginis* en su libro *Kräuterbuch* y dice: "Con frecuencia encontramos puntas largas, duras y angostas, de color negro, en las espigas del centeno o del trigo (...) a un lado y entre los granos (...) brotan de las espigas (...) y crecen largamente hacia fuera (...) tienen aspecto de clavos largos (...) son blancas por dentro (...) como el trigo (...) y no dañan al trigo (SCHULTES & HOFMANN, 2000).

El botánico suizo Caspar Bauhin en el libro *Theatri Botanici*, impreso en Basilea (Suiza) en 1658, aporta la primera ilustración del cornezuelo, que denomina *Secale luxurians* (fig. 3). Sin embargo, los botánicos renacentistas no pensaron que el cornezuelo pudiera ser un hongo. Hasta mediados del siglo XIX se creía que el cornezuelo del centeno se formaba por la picadura de insectos (en un proceso parecido a las agallas de los árboles), y hasta 1846 no se pensó que su

origen podía ser fúngico: "aujourd'hui, la plupart des naturalistes considèrent l'ergot comme une espèce de champignon" (BONJEAN, 1846).

El primero en reconocer que el cornezuelo era un hongo fue el botánico alemán Von Munchhausen en 1764, y lo nombró como *Clavaria solida, oblonga, subulata et sulcata* (BOVE, 1970). Esta suposición fue confirmada más tarde por el suizo De Candolle, en 1815 y lo nombró como *Sclerotium clavus, corniforme, cylindriacum, sulco longitudinali internudum notatum, intus album, extus purpureo nigrum* (BOVE, 1970; SCHULTES & HOFMANN, 2000).

La razón por la que los botánicos aplicaron distintos nombres al cornezuelo del centeno está en que su ciclo de vida no fue bien entendido hasta 1853. En esta fecha L.R. Tulasne asoció todas las fases que se conocían por separado sobre el ciclo de vida del cornezuelo del centeno (fase productora de conidios y de formación del



Figs. 3-4. Fig. 3. Primera ilustración del cornezuelo del centeno (denominado como *Secale luxurians*), publicada por Caspar Bauhin en el libro *Theatri Botanici*, impreso en Basilea (Suiza) en 1658. Fig. 4. Ilustración del libro alemán de *Plantas Medicinales* de Franz E. Köhler de 1887, en la que se aprecian todas las fases del ciclo de *Claviceps purpurea*.

esclerocio y de los ascocarpos) y propuso por primera vez cómo sería su ciclo biológico (BOVE, 1970; AINSWORTH, 1976).

CICLO DE VIDA

El ciclo biológico de *Claviceps purpurea* comienza en primavera, con la salida de las ascosporas filamentosas de los peritecios (fig. 4). En esta época las flores de las gramíneas susceptibles a la infección, como las del centeno, ya están abiertas y entonces la acción del viento conduce a las ascosporas hasta las flores y se inicia la infección. Solamente algunas flores de la inflorescencia serán afectadas por la germinación de las esporas. Los tejidos de la base del ovario serán destruidos y en lugar de formarse el grano de centeno, este es reemplazado por un micelio

blanco y algodónoso, que crece entre las células del ovario (ALEXOPOULOS & MIMS, 1985).

El micelio desarrolla una capa de conidióforos cortos que producen conidios ovalados, junto a una secreción pegajosa y dulce, visible en las flores como gotitas de miel ("honeydew"). Esta fase conidial fue descrita en 1827, con el nombre de *Sphacelia segetum*. La secreción contiene glucosa, fructosa, sacarosa y otros azúcares, y es atractiva a los insectos, quienes la usan como alimento. Los insectos atraídos se dirigen a los ovarios de las flores infectadas y se llevan pegados los conidios, dispersando así el hongo y causando una infección secundaria en flores sanas (AINSWORTH, 1976; WEBSTER & WEBER, 2007).

Hacia el final del verano, el micelio ha continuado desarrollándose y comienza a endurecerse,

transformándose en una estructura de resistencia, pseudoparenquimática y dura, denominada esclerocio. El esclerocio es a lo que se denomina “cornezuelo” y es de color negro a púrpura, y de 2 cm de longitud, por lo que es mayor que el grano de centeno y sobresale de la flor (fig. 1). No todas las flores de la espiga madura del centeno contienen esclerocios, ya que los ovarios no infectados se desarrollan normalmente. En la espiga, por tanto, se desarrollan granos de cereal mezclados con esclerocios de *Claviceps purpurea* (ALEXOPOULOS & MIMS, 1985; WEBSTER & WEBER, 2007).

Al producirse la recogida del centeno, muchos esclerocios caen al suelo y es ahí donde pasan el invierno. El esclerocio necesita un período de bajas temperaturas para poder desarrollarse (al menos 25 días a 0°C). Más del 50% del contenido del esclerocio son lípidos. Los esclerocios solamente pueden aguantar en el suelo unos pocos meses, sino son invadidos por otros hongos, bacterias e insectos (WEBSTER & WEBER, 2007).

Con la llegada de la primavera siguiente, se produce la germinación de los esclerocios, y lo hacen formando varios estromas pedunculados de cabeza esférica, de aproximadamente 1 cm de altura (fig. 2). En el interior de las cabezas estromáticas se desarrollan varias cavidades, que rodeadas de tejido pseudoparenquimático, constituyen peritecios. De los ascos de los peritecios se liberan ascosporas filamentosas que cierran el ciclo (ALEXOPOULOS & MIMS, 1985; WEBSTER & WEBER, 2007).

NOMENCLATURA

La nomenclatura del cornezuelo del centeno es muy confusa, debido a su historia y a la multitud de sinónimos que se han usado para nombrarlo en distintas regiones y en diferentes lenguas (BOVE, 1970). El epíteto más usado en nuestro país en castellano ha sido el de “cornezuelo del centeno”, si bien siguiendo a FONTQUER (1961) también se han empleado los de “cornatillo”, “espolón de centeno”, “tizón de centeno” y “moro de centeno”. BOVE (1970) añade los términos en español de “cornadi-

llo”, “cornichos”, “cornichuelo” y “nieblons”. En catalán se ha denominado “sègol cornut”, “sègal cornut”, “segle cornut” y “sègol banyut” (FONTQUER, 1961) y en gallego “esporao de centeio” (KUKLINSKI, 2003).

Fuera de nuestro país es mayormente conocido por su nombre francés: “ergot”, término que deriva de “argot,” que significa espolón de gallo (BOVE, 1970). Se conocen 46 formas diferentes para nombrar al cornezuelo del centeno en francés: “blé cornu”, “blé ergoté”, “grain cornu”, “ergot du seigle”, “seigle ergoté”, etc (BONJEAN, 1846; BOVE, 1970).

En alemán existen más de 80 formas diferentes para referirse al cornezuelo del centeno (la más conocida es “mutterkorn”), 42 en holandés, 17 en inglés (la más conocida es “ergot of rye”), 14 en italiano y 17 en idiomas escandinavos (BOVE, 1970).

Hasta 1853, fecha en la que fue descrito el ciclo completo del hongo, fue conocido en latín con más de 60 nombres: *Clavaria clavus*, *Clavus secalinus*, *Clavus siliginus*, *Secale clavatum*, *Secale cornutum*, *Secale luxurians*, etc (BOVE, 1970).

El nombre científico del hongo que produce el cornezuelo del centeno es *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Es una especie que Fries nombró como *Sphaeria purpurea* Fr. Syst. mycol. 2(2): 325 (1823) y caracterizó como: *carnosa*, *purpurea*, *capitulum globoso*, *tuberculoso*, *stipe brevi flexuoso* (FRIES, 1823), describiendo la fase del ciclo del hongo en la que el esclerocio germina para formar estromas pedunculados (AINSWORTH, 1976). El término *Claviceps* viene del latín *clava* (maza) y *caput* (cabeza) (OLTRA, 1991) y el epíteto *purpurea*, se refiere al color púrpura del esclerocio.

Claviceps es un hongo ascomiceto perteneciente a la familia *Clavicipitaceae* del orden *Hypocreales*. Según el “Dictionary of fungi” (KIRK & al., 2001) hay 36 especies de *Claviceps* en el mundo, si bien la base de datos del CABI tiene 70 registros, muchos de los cuáles corresponderían por tanto, a especies que se han sinonimizado.

HISTORIA

Aunque en la Biblia hay referencias a enfermedades producidas por algún hongo en la cizaña (*Lolium temulentum*), no hay ninguna mención que nos pueda hacer creer que se trata del género *Claviceps* (BOVE, 1970).

No hay tampoco mucha información sobre el cornezuelo en China, solamente algunos datos de sus propiedades medicinales. Chou Kung (1100 a. C.) menciona el uso del esclerocio de *Claviceps purpurea* en obstetricia, que era conocido con el nombre de “Meih-meh” (BOVE, 1970; AARONSON, 1989). BOVE (1970) también comenta que algunos escritores franceses citan el uso del ergot desde tiempos inmemoriales por los chinos “qui se servent de cette substance comme abortif, pour détruire les effets d’une trop grande fécondité”.

G. Barger (1931) menciona la existencia de una tabla asiria datada en el año 600 a.C. que alude a “una pústula nociva en la espiga” (HOFMANN, 1972; SCHULTES & HOFMANN, 2000). En uno de los libros sagrados de los Parsis (400-300 años a.C.) se menciona respecto al esclerocio de *Claviceps purpurea* que “entre las cosas malas creadas por Ahrimán hay unas hierbas malignas que provocan en las mujeres el prolapso del útero y la muerte durante el parto” (SCHULTES & HOFMANN, 2000).

En el papiro médico Hearst (Egipto, 550 a. C.) la prescripción 145 corresponde a una receta para que crezca el pelo, que ha sido interpretada como un ungüento de uso local, formado por ergot, aceite y miel. Sin embargo, algunos autores (AARONSON, 1989) piensan que la aparición en la receta del ergot es resultado de una mala traducción.

En Oriente ya conocían al cornezuelo, ya que existen algunas referencias a su uso como medicinal. El alquimista de origen árabe o persa Jabir ibn Hayyan en el siglo VIII, describe al cornezuelo como una sustancia venenosa, con el nombre de “qurun as-sunbul”, y lo compara con el aconito, si bien su ingestión, origina síntomas diferentes. Años después, el médico persa Abu Mansur Muwaffak ibn Ali al-Harawi en el siglo X, dice también que es un poderoso veneno (BOVE, 1970).

No está claro que el cornezuelo del centeno fuera conocido por los autores clásicos como Teofrasto, Virgilio, Ovidio o Plinio. Plinio, no obstante, hace un comentario sobre unos granos de cereal negros y púrpuras, que podrían hacer referencia al cornezuelo o a otras enfermedades (WRIGHT, 1839). Tampoco es tratado por el médico-herborista Dioscórides.

Se han encontrado restos de cornezuelo junto a semillas de cereal, en el interior del estómago del Hombre de Grauballe, el cuerpo momificado de un hombre de hace unos 1500-1700 años, hallado en 1952 dentro de una turbera de Dinamarca (AARONSON, 1989). Se recuperaron dentro del estómago del Hombre de Grauballe centenares de cornezuelos (234-528 mg de peso seco), concluyendo que tal abundancia de esclerocios sería consecuencia de su ingestión accidental junto a semillas de cereal (GUERRA & LÓPEZ, 2006). También se han encontrado restos del esclerocio del hongo, mezclados con semillas de cereal, en el estómago del Hombre de Tollund, otro cuerpo momificado localizado anteriormente en turberas de Dinamarca (DERHAM, 2005). En otros yacimientos arqueológicos de toda Europa (Alemania, Escocia, Polonia, Suecia) se han hallado restos de esporas y de esclerocios de *Claviceps purpurea* (AARONSON, 1989).

En la Península Ibérica se han encontrado registros arqueobotánicos del cornezuelo del centeno en el yacimiento vacceo-romano de la ciudad de Pintia, en Padilla de Duero (Valladolid) y en el poblado ibérico de Mas Castellar, en Pontós (Gerona) (GUERRA & LÓPEZ, 2006). En este último poblado se encontró un posible santuario dedicado a Deméter y Perséfone, con restos de esclerocios en una mandíbula humana, junto a restos de cerveza y levadura, en el interior de un pequeño vaso, lo que podría ser una prueba de considerar al cornezuelo como uno de los ingredientes secretos del “kykeon”, pócima de composición secreta empleada para celebrar los Misterios de Eleusis, hace 4.000 años en la Antigua Grecia (GUERRA & LÓPEZ, 2006).

De las epidemias que ha producido el consumo accidental del cornezuelo del centeno, especialmente a lo largo de la Edad Media, se

conocen muchos datos, que se comentan más adelante.

El cornezuelo del centeno también se usó tempranamente como arma biológica, al ser empleado por los asirios (siglo VI a. C.) para envenenar los pozos de agua de los enemigos (ISERSON & *al.*, 2001).

ERGOTISMO

La enfermedad que produce la ingestión accidental del cornezuelo del centeno se llama ergotismo, aunque ha sido conocida a lo largo de la historia por distintos nombres: *ignis sacer*, fuego sagrado, fuego sacro, fuego bendito, fuego de San Antonio, fuego infernal, mal de los ardientes, gangrena de los soloñeses o mal del pan maldito (HOFMANN, 1972; van DONGEN & de GROOT, 1995; DILMÉ-MUÑOZ & *al.*, 2003). Junto a *ignis sacer*, hubo otros términos derivados del latín para designar al ergotismo de tipo gangrenoso: *ignis judicialis*, *ignis occultus*, *morbus hic tabificus*, *morbus necroticus*, *mortifer ardor*, *pestilens ille morbus*, *pestis ignaria*, *plaga ignis*, *plaga illa* y *plaga invisibilis* (BOVE, 1970; SCHIFF, 2006). El ergotismo gangrenoso era denominado en latín por los médicos como: *affectus scorbutico spasmodicus*, *convulsio cerealis*, *febris maligna cum spasmo*, *morbus convulsivus*, *morbus spasmodicus popularis*, *morbus artemtium*, *morbus epidemicus convulsivus* y *morbus rigidus* (BOVE, 1970).

El término *ignis sacer* fue confundido en la Antigüedad con la sífilis, el herpes zóster (ARIAS, 2006) y la erisipela. La erisipela es una enfermedad producida por un estreptococo que provoca erupciones cutáneas. La confusión con el ergotismo se debe a que unos peregrinos que se dirigían al sepulcro de San Antonio se vieron afectados por la erisipela, y la similitud de ambas enfermedades en algunos síntomas ha hecho que los dos nombres se asocien a menudo (GATES, 2004). A los enfermos de ergotismo y de otro tipo de enfermedades que provocaban convulsiones (corea de Sydenham, corea de Hungtington, distonía), en algunos lugares se decía que padecían “el baile de San Vito”. Los efectos del ergotismo han sido confundidos también con otras enferme-

dades como la peste, la lepra, la sífilis y el tifus, y en el caso del ergotismo convulsivo con la epilepsia (BOVE, 1970).

En el diccionario de la RAE el nombre con el que aparece el fuego de San Antonio es fuego de San Antón o de San Marcial (RAE, 2001).

Las epidemias de ergotismo han coincidido en zonas con inviernos fríos y húmedos, a los que han seguido primaveras calurosas y en donde habitualmente se comía pan de centeno. El grano y los esclerocios molidos pasarían a las harinas utilizadas en la elaboración del pan y la contaminarían con alcaloides tóxicos. Las epidemias eran más frecuentes en los pueblos que en las ciudades, particularmente en tiempos de privación de alimentos (OTT, 2000; EADIE, 2003).

El ergotismo tiene dos manifestaciones: el ergotismo convulsivo y el ergotismo gangrenoso. El ergotismo convulsivo ha sido más frecuente en Europa al este del Rin (sobre todo en Alemania), mientras que el de tipo gangrenoso ha causado importantes epidemias al oeste del Rin (especialmente en Francia). Ambos tipos de ergotismo raramente ocurren a la vez (BONJEAN, 1846; EADIE, 2003). Se cree que la deficiencia de la vitamina A favorece el ergotismo convulsivo frente al gangrenoso (OTT, 2000). El ergotismo convulsivo se caracteriza por el desarrollo de delirios, alucinaciones y espasmos musculares.

El ergotismo gangrenoso comenzaba con escalofríos en los miembros, seguido de sensación de quemazón (de aquí vienen los nombres relativos al fuego). Parecía como si las extremidades se consumieran internamente por un fuego interno, se volvían negras y arrugadas y al final se desprendían (LAVAL, 2004). La primera vez que se menciona al ergotismo gangrenoso es en los *Annales Xantenses*, en Xanten (Alemania), en el año 857: “A great plague of swollen blisters consumed the people by a loathsome rot so that their limbs were loosened and fell off before death” (van DONGEN & de GROOT, 1995).

EL ERGOTISMO EN EUROPA DESDE LA EDAD MEDIA AL SIGLO XX

Las primeras referencias de epidemias producidas por el consumo accidental del corne-

zuelo del centeno aparecieron en la Edad Media, período en el que se extendieron por toda Europa cobrándose miles de víctimas. En este tiempo el pan se hacía con trigo, centeno o cebada, y en los comercios se vendía pan blanco, de mejor calidad -reservado para los ricos-, y pan negro, de peor calidad y que podía estar elaborado con semillas de centeno mezcladas con esclerocios de *Claviceps purpurea* y que comían las clases más pobres (SORIANO, 2007).

La primera epidemia de ergotismo ocurrió en París en el año 945 y fue recogida en los *Annales del escolar de Reims Flodourd*. “Este relata el caso de algunas personas que sentían arder sus miembros, consumidos por un fuego oculto. Sus carnes se caían en jirones y sus huesos se rompían como madera muerta. El mal comenzaba con una mancha negra y dolores insoportables; luego, los músculos se desecaban como carbones” (CABANAS, 2006). Algunos de los enfermos de esta plaga sanaron al ingerir las raciones alimenticias que proporcionaba el conde Hugo de París (suministraba pan elaborado con harinas sin cornezuelo) (BOVE, 1970).

En el año 994 en Limoges (Francia) ocurrió una epidemia tan violenta, que las personas aparentemente sanas en una sola noche enfermaban de ergotismo y sus miembros eran afectados. Tras morir más de 40.000 personas los obispos de Aquitania decidieron sacar en procesión el cuerpo de San Marcial durante tres días. El mal cesó inmediatamente, por ello la enfermedad es también conocida como fuego de San Marcial (*Ignis Sancti Martialis*) (BOVE, 1970). 12.000 personas más murieron en la región de Cambrai en 1129 (HOFMANN, 1972).

Según Sigebert de Gembloux, monje benedictino y cronista de la abadía de Gembloux (Bélgica), durante una epidemia en el siglo XI: “Muchos se descomponían como roídos por un fuego sagrado que les consumía las entrañas. Los miembros que se iban corroyendo se volvían negros como el carbón. Los enfermos morían pronto entre terribles dolores, o seguían viviendo una vida aún peor sin pies ni manos. Muchos se contorsionaban presa de convulsiones nerviosas” (MORROS i MESTRES, 1995). En las mujeres embarazadas su consumo provocaba abortos, ya

que los alcaloides contenidos en el cornezuelo del centeno tienen la propiedad de provocar la contracción de las fibras musculares, en especial las lisas (en el útero y en los vasos sanguíneos) (LAVAL, 2004).

Las epidemias de ergotismo gangrenoso se extendieron por toda Europa, especialmente por Francia, durante varios siglos. En el este de Europa (Alemania y Rusia) predominó el ergotismo de tipo convulsivo. En Alemania el ergotismo convulsivo tenía cerca de 30 denominaciones, relativas a descripciones de los síntomas de la enfermedad (BOVE, 1970). Entre 1581 y 1889, se registraron más de 65 epidemias de ergotismo convulsivo en Europa: 29 en Alemania, 11 en Rusia, 10 en Suecia, 4 en Italia y otras en Finlandia, Holanda, Inglaterra, Suiza, Noruega, Hungría e incluso en Estados Unidos (BOVE, 1970). En Francia el ergotismo convulsivo siempre venía acompañado de manifestaciones de ergotismo gangrenoso, no conociéndose ninguna referencia aislada (BOVE, 1970).

Thelius, un médico alemán, tras producirse una epidemia de ergotismo en 1596 en el Reino de Hesse, fue el primero en atribuir la causa de la enfermedad al consumo del grano contaminado. La Facultad de Medicina de Marburg en 1597, tras declararse una epidemia local en 1595, declaró que la causa de ésta fue el consumo de pan elaborado con harina procedente de centeno infectado con cornezuelo, y gradualmente se previnó del riesgo de harinas contaminadas en la alimentación (AINSWORTH, 1976). En el siglo XVII distintos personajes confirmaron la conexión entre el grano de cereal y el cornezuelo, y es a partir del siglo XVIII cuando se sugieren medidas para combatir la intoxicación (DE COSTA, 2002). Henri-Alexandre Tessier en 1778 tras observar la enorme epidemia que hubo en Sologne (Francia), en la que murieron 8.000 personas, recomendó drenar los campos, limpiar el grano del esclerocio y sustituir el cereal afectado por patatas (DE COSTA, 2002). El gobierno alemán en 1782 tras producirse numerosos casos de ergotismo convulsivo ofreció el cambio de grano almacenado (y posiblemente contaminado) por grano recién recogido (BOVE, 1970).

BONJEAN (1846) señala su abundancia en

zonas húmedas de Savoie, y la muerte de varios niños por el consumo de pan de centeno contaminado. También menciona que la mayor parte de los paisanos eliminaban el cornezuelo del grano por medio de cribas.

En 1762 sucedió en Suffolk (Inglaterra) un extraño episodio de ergotismo gangrenoso en toda una familia, que acabó con la muerte de varios de sus miembros, al parecer por comer pan elaborado con trigo de mala calidad (ZWANENBERG, 1973).

Un estudio muy documentado analiza las variaciones en la demografía europea, con la disminución de la fertilidad de la población por el consumo de harinas contaminadas con *Claviceps purpurea* (MATOSSIAN, 1989). En este estudio también se analiza cómo fueron los factores climatológicos (humedad y temperatura) durante los períodos históricos en los que hubo epidemias de ergotismo.

Aunque a partir del siglo XX las técnicas modernas de recogida de grano habían erradicado al ergotismo como enfermedad en humanos, continuaron dándose casos puntuales.

Entre 1926-1927 hubo en Rusia, cerca de los Urales, 11.319 casos de ergotismo en una población de 506.000 personas (SCHIFF, 2006). En 1928, 200 refugiados judíos en Manchester (Inglaterra), enfermaron cuando consumieron pan elaborado a partir de centeno recogido en los campos de South Yorkshire (SCHIFF, 2006).

El suceso más extraño ocurrió en 1951, en Pont Saint-Esprit, un pequeño pueblo situado al sur de Francia. En él, más de 300 personas tuvieron un comportamiento anormal caracterizado por una violencia histérica, alucinaciones visuales y sensoriales e hiperactividad. Estos hechos se denominaron “l’affaire du pain maudit”, debido a que se justificaron como una intoxicación alimentaria masiva, motivada por el consumo de pan elaborado con harina que contenía cornezuelo. Otras teorías dicen que el envenenamiento pudo producirse por la presencia de metil mercurio –un agente fungicida- o a toxinas producidas por *Aspergillus fumigatus* (GABBAI & al., 1951; GORINI, 2006).

En 1978 se describió en Etiopía (donde la

necesidad de comer, prevalecía sobre la posibilidad de intoxicarse) una epidemia tras consumir granos contaminados por cornezuelo. Llegaron a morir el 50 % de las personas afectadas, mientras que otras desarrollaron ergotismo gangrenoso (SIBANDA & al., 1997).

LA ORDEN HOSPITALARIA DE LOS ANTONIANOS

Durante la Edad Media los enfermos de ergotismo acudían a curarse a los santuarios en los que se exponían reliquias de santos. El lugar más visitado fue el sepulcro de San Antonio Abad, en el que se decía se habían producido curaciones milagrosas. Se extendió la idea de que este santo era el único que podía curar el fuego sacro, y a partir de entonces la enfermedad se denominó fuego de San Antonio (OLLAQUINDIA, 1999).

En 1095 es fundada en Francia en la localidad de Vienne, la Orden Hospitalaria de los Antonianos, en honor a San Antonio Abad. La principal misión de la Orden Hospitalaria de los Antonianos era cuidar a los enfermos de peste y escorbuto, epidemias que en ese momento azotaban Europa, y además paliar los efectos del ergotismo, esa terrible y misteriosa enfermedad que empezaba a surgir (SÁNCHEZ, 2004a; ARIAS, 2006). Los hospitalarios se distinguían por su hábito negro con una cruz en forma de Tau en tela azul en el lado izquierdo del pecho (la Tau es una letra del alfabeto griego, en forma de T). Probablemente esta T simbolizaba las muletas que usaban los enfermos del mal (LAVAL, 2004).

Desde 1095 y hasta el siglo XVI se fundaron cerca de 400 hospitales por toda Europa, llegando hasta Suecia, Ucrania, Etiopía, Constantinopla, Chipre y Grecia (SÁNCHEZ, 2004b). Durante los siglos XII y XIII los enfermos de ergotismo llegaban a los hospitales de los Antonianos. Los enfermos no eran alimentados con pan de centeno contaminado, sino con pan blanco de trigo. Al dejar de consumir pan contaminado los enfermos sanaban. Para beber se les daba el “vino santo”, un vino destilado con raros y costosos ingredientes (son mencionados oro, mirra y azúcar) (DIXON, 1984). Se dice que el vino



Figs. 5-6. Fig. 5. Ilustración tomada del libro de CHAUMARTIN (1961), de un grabado del Staatliche Graphische Sammlung de Munich, titulado “San Antonio y las víctimas del Ignis sacer”, en el que se puede ver a las víctimas de esta plaga suplicando a San Antonio, y encima de la cabeza del Santo hay manos y pies cortados. Fig. 6. En este grabado de Johannes Wechtlin, procedente del libro “Feldtbuch der Wundtartzney”, denominado “Fuego de San Antonio o ergotismo” se aprecia a una víctima del ergotismo implorando a San Antonio.

se ofrecía una vez al año, durante la fiesta de la Ascensión. Ese día el vino era filtrado sobre los huesos de San Antonio, que los hospitales guardaban en relicarios (DIXON, 2005). Otras versiones comentan que el vino santo era guardado en las bodegas de los hospitales, y que era derramado o hisopeado sobre las heridas y llagas de los enfermos (OLLAQUINDIA, 2004). Se ha especulado con que las virtudes del vino consistirían, en que una fuerte concentración de alcohol, podría dilatar los capilares de los miembros de las víctimas del ergotismo gangrenoso, y esto haría que la sangre fluyera de nuevo a las extremidades (DIXON, 1984).

En estos hospitales, también denominados

“hospitaux des démembrés”, intentando parar la gangrena se recurría a la amputación de piernas y brazos en una operación que se denominaba serratura (OLLAQUINDIA, 1999; NEMES, 2002). Los hospitales de los Antonianos contaban con médicos y cirujanos preparados en Salerno, Padua o Montpellier (DIXON, 1984). Los cirujanos eran muy hábiles en la amputación de extremidades, varios siglos antes del empleo de la anestesia (GARCÍA DE YEBENES & GARCÍA DE YEBENES, 1991) y eran muy bien pagados (DIXON, 2005). Los resecaos restos amputados eran colgados en los portales de entrada a los hospitales antonianos (fig. 5), indicando así que eran hospitales reconocidos para tratar la enfermedad

(van DONGEN & de GROOT, 1995; DIXON, 2005).

Los pacientes con ergotismo convulsivo sólo podían estar 9 días, por el contrario, los que tenían ergotismo gangrenoso no tenían límite de tiempo en su estancia (NEMES, 2002), incluso los antonianos cuidaban a los desahuciados hasta su muerte (DIXON, 2005).

EL FUEGO DE SAN ANTONIO EN ESPAÑA DURANTE LA EDAD MEDIA

Durante la Edad Media el cornezuelo debió ser un hongo frecuente en los campos de centeno del norte de España. Aunque no conocemos referencias concretas a intoxicaciones producidas en nuestro país, sí que debieron producirse, pues los Antonianos fundaron en distintos lugares hospitales para atender a los enfermos de ergotismo.

En el hospital de Santa María la Real de Burgos se tiene constancia de que en 1483 ingresó un enfermo del fuego de San Antonio que falleció a los dos meses (SÁNCHEZ, 2004a). Conocemos otras dos referencias relativas a la asistencia hospitalaria de los Antonianos a enfermos del fuego de San Antonio en Mallorca: una datada en 1629, en la que dos mujeres habiéndose recuperado de la enfermedad, ingresan en la Orden y otra, relativa a una amputación provocada por la necrosis producida por la enfermedad (TOMAS, 1989).

En territorio español y francés los hospitales estaban distribuidos a lo largo de todas las rutas del Camino de Santiago, tanto en puertos de montaña (Roncesvalles, Somport) como en cruces de caminos (Puente la Reina)(NEMES, 2002).

En el siglo XVI los Antonianos en España habían establecido sus encomiendas mayores en Castrojeriz y Olite. La encomienda de Castrojeriz fue fundada por Alfonso VII en el año 1146, destinada a los peregrinos que iban y regresaban de Santiago de Compostela (SÁNCHEZ, 2004a). Los peregrinos al comer en Galicia pan de centeno contaminado con cornezuelo, volvían de Santiago enfermos. Eran atendidos por los Antonianos en los hospitales que se extendían a lo largo del camino, y los enfermos sanaban al sustituir el pan contaminado por pan de trigo. Esos panes se denominaron panes de San Antonio. El pan

antes de ser cocido en el horno, era marcado con el signo Tau (OLLAQUINDIA, 2004). Cuando llegaba algún peregrino durante la noche y se encontraba con la puerta cerrada, los Antonianos de Castrojeriz colocaban panes y jarras de vino en alacenas situadas frente a la portada de la iglesia (SÁNCHEZ, 2004a).

En el libro "Ritual de la Orden de San Antón" editado en 1745, se transcribe la oración empleada para bendecir el pan: "Te pedimos, Señor, que bendigas este Pan y que todos los que coman de él, por la intersección de San Antonio Abad, consigan la vida eterna y se vean libres de todo veneno que haya en él". El veneno mencionado era el cornezuelo del centeno (OLLAQUINDIA, 2004).

En 1603 en el Compendio de la Historia Antoniana se cuenta que: "comenzó esta enfermedad en Europa en tiempo de Enrique IV, que en tocando el fuego santo entre las carnes de los hombres todos los miembros se abrasaban y se paraban negros como el carbón, y de dentro se consumían y se pudrían, de manera que muchos morían miserablemente de aquella enfermedad más cruel que peste (...). Y otros que no morían, vivían para tener una vida más miserable, que quemados los pies y las manos se las cortaban y a otros, con el fuego se les encogían los miembros y padecían cruelísimos dolores (...) y en cuánto al pan y el vino que daban a los peregrinos se dice que: lo uno y lo otro consta por la experiencia las maravillas que obra así para enfermedades como para la peste y especialmente contra el fuego" (SÁNCHEZ, 2004a). En ese tiempo el fuego de San Antonio se creía contagioso, aunque más tarde se comprobó que no lo era (ARIAS, 2006).

A San Antonio se le suele representar junto a llamas (fig. 6) (referencia al fuego sagrado o fuego de San Antonio), y acompañado por un cerdo (la manteca de cerdo era utilizada por los enfermos de ergotismo para untar en los miembros afectados por gangrena) (SORIANO, 2007). En varios dibujos se le representa junto a miembros amputados colgantes ya que: "a la menor molestia cortan brazos o piernas y los cuelgan a la puerta del hospital"(SÁNCHEZ, 2004a). En las iglesias del Camino de Santiago, se pueden encontrar imágenes de San Antonio con un haz

de llamas con varias lenguas de fuego, como símbolo de la enfermedad y del santo protector (OLLAQUINDIA, 1999).

En las *Cantigas de Santa María* del rey Alfonso X el Sabio hay varias referencias al ergotismo (CABANAS, 2006). En la nº 53 aparece un niño pastor al que comenzaron a arderle los pies, en la nº 81 el fuego infernal le ha comido todo el rostro a un mujer, y en la cantiga nº 91 se hace referencia a numerosos afectados a los que se les caían los miembros (CABANAS, 2006). Esta enfermedad era considerada un castigo divino por los pecados cometidos, así en la cantiga nº 93 se dice que a un afectado le sobrevino la enfermedad porque se entregaba al vicio de la carne, y es curado tras rezar a la Virgen María y retirarse a una ermita (CABANAS, 2006).

En una de las *Cantigas d'escarnho e de maldizer dos cancioneiros medievais galego-portugueses*, de también Alfonso X, se mezcla el ergotismo (fogo de Sam Marçal) con lo religioso y lo sexual. Se cuenta el caso del deán de Cádiz, que es capaz de curar a las mujeres endemoniadas y a aquellas que padecían la enfermedad denominada fogo de Sam Marçal, a través del coito con el religioso, en contradicción con la mentalidad de la época, que decía que una enfermedad se podría curar con oración, ayuno y abstinencia (CABANAS, 2006).

Los éxtasis que experimentaba la carmelita Santa Teresa de Jesús podrían haber estado relacionados con el consumo de pan de centeno contaminado con cornezuelo (GÓMEZ, 1999).

Por último, señalar que Font-Quer comenta la abundancia de *Claviceps purpurea* en Galicia, Asturias, norte de Portugal y también en las cercanías de Olot y en los montes de Aragón (FONT-QUER, 1961). En relación a su abundancia en Galicia escribe: "De mi puedo decir también que sin haberlo observado jamás en mis ya largas peregrinaciones por España, no hice sino asomarme a Galicia por Piedrafita y en el primer centenal del propio Puerto lo vi copiosísimo".

BIBLIOGRAFÍA

- AARONSON, S. (1989). Fungal parasites of grasses and cereals: their rôle as food or medicine, now and in the past. *Antiquity* 63: 247-257.
- AINSWORTH, G.C. (1976). *Introduction to the History of Mycology*. Cambridge University Press. 359 pág.
- ALEXOPULOS, C.J. & C.W. MIMS (1985). *Introducción a la Micología*. Ed. Omega, Barcelona. 638 pág.
- ARIAS, A.I. (2006). San Antonio Abad y el hospital de beneficencia de León (I). *Argutorio* 16: 13-15.
- BONJEAN, M.J. (1846). *Traité théorique et pratique de l'ergot de seigle*. *Mém. Soc. Roy. Acad. Savoie* 12: 1-301.
- BOVE, F.J. (1970). *The story of ergot*. S. Karger, Basel. 297 págs.
- CABANAS, P. (2006). Enfermedades de índole sexual en las cántigas de escarnio y maldezir. *Lemir* 10 (Revista electrónica sobre Literatura Española Medieval y Renacimiento).
- DE COSTA, C. (2002). St Anthony's fire and living ligatures: a short history of ergometrine. *The Lancet* 359: 1768-1770.
- CHAUMARTIN, H. (1961). *Brieve et curieuse chronique du Mal des Ardents*. Collection: Petite histoire de la Médecine. 36 págs.
- DERHAM, B. (2005). Archaeological and Ethnographic toxins in museum collections. En SCOTT E.M.; A.Y. ALEKSEEV & G. ZAITSEVA (NATO Science Series: IV: *Earth and Environmental Sciences. Impact of the Environment on Human Migration in Eurasia* 185-197). Kluwer Academic Publishers.
- DILMÉ-MUÑOZ, J.F., J. BARREIRO-VEIGUELA, M. YESTE-CAMPOS, J.R. ESCUDERO-RODRÍGUEZ, S. LLAGOSTERA-PUJOL, J.M. MESTRES-SALES & E. VIVER-MANRESA (2003). Ergotismo: revisión de la bibliografía y presentación de casos. *Angiología* 55: 311-321.
- DIXON, L. (1984). Bosch's "St. Anthony Triptych" – An apothecary's apotheosis. *Art Journal* 44: 119-131.
- DIXON, L. (2005). Las tentaciones de San Antonio de El Bosco. *FMR* 9: 4-26.
- van DONGEN, PWJ & de A.N.J.A. GROOT (1995). History of ergot alkaloids from ergotism to ergometrine. *Eur. J. Obstet. Gynecol.*

- log. Reprod. Biol.* 60: 109-116
- EADIE, M.J. (2003). Convulsive ergotism: epidemics of the serotonin syndrome. *The Lancet Neurology* 2: 429-434.
- FONT-QUER, P. (1961, edición de 2000). *Plantas Medicinales*. El Dioscórides renovado. Ed. Península. 1033 pág.
- FRIES, E. (1883). *Systema Mycologicum Vol. 2*. Facsimil editado por la Confederatio Europaea Mycologiae Mediterraneensis, 1994.
- GABBAI J., L. LISBONNE & F. POURQUIER (1951). Ergot poisoning at Pont St. Esprit. *Brit. Med. J.* 15: 650-651.
- GARCÍA DE YEBENES, J. & P. GARCÍA DE YEBENES (1991). La distonía en la pintura de Matías Grünewald. El ergotismo epidémico en la baja Edad Media. *Arch. Neurobiol.* 54: 37-40.
- GATES, R.H. (2004). *Secretos de las enfermedades infecciosas*. 2ª ed. Elsevier España. 533 pág.
- GORINI, R. (2006). L'affaire du pan maudit: empoisonnement dû à l'ergot. *Antropo* 11: 33-35.
- GÓMEZ, J.R. (1999). *Las plantas en la brujería medieval (Propiedades y creencias)*. Celeste ediciones. Colección Divulgadores Científicos Españoles, Madrid. 152 pág.
- GUERRA, E. & J.A. LÓPEZ (2006). El registro arqueobotánico de plantas psicoactivas en la prehistoria de la Península Ibérica. Una aproximación etnobotánica y fitoquímica a la interpretación de la evidencia. *Complutum* 17: 7-24.
- HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, M., E. CÁRDENAS-SORIANO, L.E. MENDOZA-ONOFRE, S. OSADA-KAWASOE, P. RAMÍREZ-VALLEJO & F. ZAVALA-GARCÍA (2001). Patógenesis of *Claviceps africana* en ovarios de sorgo. *Agrociencia* 35: 535-542.
- HOFMANN, A. (1972). Ergot –a rich source of pharmacologically active substances. In SWAIN T., *Plantas in the developments of modern medicine* 235-260. Harvard University Press, Cambridge.
- ISERSON, K.V., A.B. SANDER & D. MATHIEU (2001). *Ethics in emergency medicine*. 2ª ed. Galen Press. 589 págs.
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, J.C. DAVID & J.A. STALPERS (2001). *Dictionary of the Fungi*. 9ª edición. 655 págs.
- KUKLINSKI, C. (2003). *Farmacognosia*. Ed. Omega, 1ª reimpresión. 515 págs.
- LAVAL, E. (2004). Sobre las epidemias del fuego de San Antonio. *Rev. Chil. Infect.* 21:74-76.
- MATOSSIAN, M.K. (1989). *Poisons of the past. Molds, epidemics and history*. Yale University Press. 190 págs.
- MORROS i MESTRES, B. (1995). El “foc de Sant Marçal” a una Cantiga d’Alfonso X. *Gimbernat* (revista catalana d’història de la medicina i de la ciència) 23: 165-167.
- NEMES, C. (2002). The medical and surgical management of the pilgrims of the Jacobean roads in medieval times. Part 1. The caminos and the role of St. Anthony’s order in curing ergotism. *Int. Congres. Ser.* 1242: 31-42.
- OLLAQUINDIA, R. (1999). La orden hospitalaria de San Antonio en Navarra. *Cuad. Etnol. Etnograf. Navarra* 31: 593-610.
- OLLAQUINDIA, R. (2004). Noticias sobre la Tau y los antonianos. *Cuad. Etnol. Etnograf. Navarra* 79: 157-173.
- OLTRA, M. (1991). Origen etimológico de los nombres científicos de los hongos. Monografías de la Sociedad Micológica de Madrid. Real Jardín Botánico de Madrid. 136 pág.
- OTT, J. (2000). *Pharmacotheon. Drogas enteógenicas, sus fuentes vegetales y su historia*. Colección Cogniciones, La liebre de marzo. 625 págs.
- PALIWAL, R.L. (2001). *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción*. Colección FAO: Producción y protección vegetal nº 28.
- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Tomo I. Vigésima segunda edición. 1180 págs.
- SÁNCHEZ, R. (2004a). *La encomienda de San Antón de Castrojeriz*. Ediciones Trea, Colección Piedras Angulares. 311 págs.
- SÁNCHEZ, C. (2004b). La extinción de la orden medieval de San Antonio abad en Toledo. Un ejemplo de regalismo eclesiástico. En CAMPOS, J. & A. FERNÁNDEZ DE SEVILLA: “Simposio La desamortización: el expolio del

- patrimonio artístico y cultural de la Iglesia en España. Instituto escurialense de Investigaciones históricas y artísticas.
- SCHIFF, P.L. (2006). Ergot and its alkaloids. *Amer. J. Pharm. Educ.* 70: article 98.
- SCHULTES R.E. & A. HOFMANN (2000). *Plantas de los Dioses*. Fondo de Cultura Económica, México. 208 pág.
- SIBANDA, L, L.T. MAROBATSANGA & J.J. PESTKA (1997). Review of mycotoxin work in sub-Saharan Africa. *Food Control* 8: 21-29.
- SORIANO, J.M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Ediciones Díaz de Santos. 424 pág.
- TOMAS, M. (1989). L'hospital reial del foc de Sant Antoni de Viana a ciutat de Mallorca (1230-1850). *Gimbernat* (revista catalana d'història de la medicina i de la ciència) 12: 237-248.
- WEBSTER, J. & R. WEBER (2007). *Introduction to Fungi*. Third edition. Cambridge, University Press. 841 págs.
- WRIGHT, S. (1839). An experimental inquiry into the physiological action of ergot of rye. *Edinburgh Med. Surg. J.* 22: 293-334.
- van ZWANENBERG, D. (1973). A "singular calamity". *Med. Hist.* 17: 204-207.