

Royas, carbones y otros hongos parásitos en plantas

PIEPENBRING, M.¹, P. CABALLERO², C. ARROCHA² Y O. CÁCERES²

¹ Universidad de Tübingen, Alemania

² Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), Panamá

RESUMEN

Se presenta la estructura curricular de un seminario de posgrado sobre hongos parásitos en plantas que incluye sesiones teóricas, seminarios, giras al campo, trabajo en el laboratorio y examen final. Esta docencia fue dictada por la primera autora, organizada por los otros autores y contó con la asistencia de 18 estudiantes de posgrado, profesores de la UNACHI y profesionales del área de fitopatología. En esta publicación se documenta y evalúa críticamente el programa de una docencia que contaba con poco tiempo para enseñar una gran cantidad de teoría y práctica en el área de Micología, una ciencia muy poco representada en la enseñanza latinoamericana.

ABSTRACT

It present the curricular structure of a postgrade seminary about parasite fungus in plants which includes theory sessions, seminaries, field work, lab work and a final exam. This teaching was dictated by the first author, organized by the other authors and it have the assistance of 18 postgrade students, UNACHI professors and professionals of phytopathology's area. By the present publication it document and critically evaluate the program of a teaching that counted on little time to teach a lot of theory and practice in the Mycology's area, a science short represented in the Latino American education.

DESCRIPTORES

Royas, Carbones, Hongos Parásitos de Plantas

INTRODUCCIÓN

Tanto el contacto entre la facilitadora y profesores de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) como una gran parte del financiamiento del curso se logró a través del servicio alemán de intercambio académico (DAAD), que brinda apoyo financiero a docentes alemanes para que enseñen fuera de su país. Eso permite a estudiantes de algunos países realizar estudios al nivel académico alemán fuera de Alemania y al docente la experiencia de conocer los sistemas de enseñanza de otras culturas.

Justificación

A pesar de ser mayormente organismos microscópicos, los hongos juegan un papel muy importante en los ecosistemas naturales (por ejemplo para la descomposición de materia orgánica y como formadores de micorizas), en cultivos y para el hombre. Sin embargo, esta rama, incluida tradicionalmente en la botánica, se enseña de manera muy básica o no se enseña en muchos países de Latinoamérica debido a una falta de formación de profesores en Micología.

De esta área tan amplia como es la Micología se seleccionó el grupo ecológico "hongos parásitos en plantas" para una docencia corta en la UNACHI. Este grupo interesa porque comprende una gran diversidad de organismos con diferentes estrategias para convivir con la planta hospedante en sus respectivas condiciones ambientales y porque incluye muchos hongos parásitos en plantas cultivadas que causan pérdidas económicas considerables. Por esta razón, el curso tuvo buena demanda por los estudiantes, docentes de la facultad de ciencias y profesionales en el área de la fitopatología, egresados de la UNACHI y de la Universidad de Panamá.

METODOLOGÍA Y CONTENIDOS

El curso se desarrolló mediante clases teóricas formales, seminarios, prácticas de campo y laboratorios para el estudio de hongos con microscopía de luz, como se detalla a continuación.

Sesiones teóricas

Se dictaron 18 horas de clase en nueve sesiones.

Después de una introducción a la fitopatología se presentaron los distintos grupos de hongos en el orden sistemático de acuerdo al apéndice 1. Por cada grupo se presentaron los géneros y especies más importantes utilizando acetatos para ilustrar ciclos de vida y estructuras morfológicas y diapositivas para demostrar la sintomatología que presentan las plantas debido a la presencia de hongos patógenos.

Contenidos de los módulos, cada uno con dos horas de duración:

1. Introducción a la fitopatología; presentación de conceptos básicos: ecología, morfología, forma de vida, taxonomía y sistemática de hongos patógenos de plantas, tanto cultivadas como silvestres; presentación y explicación de síntomas provocadas por el hongo en la planta; defensa de la planta contra la infección.
2. Vista general de los grupos filogenéticos que se incluyen en el área de Micología; presentación de generalidades y especies importantes como patógenos de plantas cultivadas de los grupos Mycetozoa (Myxomycetes), Oomycota, Chytridiomycota y Zygomycota.
3. Ascomycota: Endomycetales, Taphrinales, Protomycetales, Erysiphales, Meliolales.
4. Ascomycota: Pyrenomycetes, Loculoascomycetes, Discomycetes.
5. Deuteromycota (Hongos Mitospóricos o Imperfectos).
6. Basidiomycota: Hymenomycetes.
7. Basidiomycota: Urediniomycetes (excl. Microbotryales).
8. Basidiomycota: Microbotryales y Ustilaginomycetes.
9. Presentación de las bases y de las técnicas de análisis de secuencias de ADN para la elaboración de filogramas.

SEMINARIO

Durante cuatro sesiones de dos horas cada una, los participantes del curso realizaron exposiciones individuales o en grupo con base en literatura acerca de temas específicos detallados a continuación.

1. El ciclo de vida de *Monilinia vaccinii-corymbos* (Batra, 1987 y Batra y Batra, 1985)
2. Una nueva especie de *Burenia* (Döbbeler, 1995)
3. Hongos parásitos de la papa y del tomate
4. Hongos parásitos del banano
5. Control biológico (Agrios, 1997)

6. Hongos parásitos del café
7. Hongos parásitos del tabaco
8. El género *Tilletia* (Pimentel *et al.*, 1998)
9. Hongos parásitos de la caña de azúcar
10. Hongos parásitos del arroz

Para los temas "Hongos parásitos de..." se usaron datos publicados por Toler *et al.* (1959), Gamboa (1989), Castaño-Zapata y de Río (1994) y Finch y Finch (1997). Después de cada presentación había un período de preguntas con respeto a su contenido. Las técnicas para facilitar el aprendizaje durante una exposición fueron explicadas de manera general por la facilitadora a los participantes del curso, mientras que la evaluación de las exposiciones se hizo de forma individual para cada expositor.

Giras al campo

Para observar la ecología de hongos parásitos en plantas y recolectarlos con la finalidad de observarlos al microscopio de luz, se realizaron dos giras al campo. Durante el período de recolecta, se demostró la técnica para el uso de lupas de mano, que nos ayuda a distinguir si el agente causal de una patología determinada es un hongo u otro organismo. Se recolectaron muestras de hongos presentes en plantas cultivadas y silvestres, las cuales estaban localizadas a orillas de caminos. Las muestras de plantas infectadas se colocaron en bolsas plásticas conjuntamente con muestras botánicas para la identificación de la planta hospedante. En el laboratorio, el material fue prensado y secado, guardado en refrigeración o en bolsas plásticas a temperatura ambiente para promover el crecimiento de la infección. Con ayuda de un taxónomo (M.Sc. Rafael Rincón) se clasificó la planta hospedante. La facilitadora seleccionó el material adecuado para el trabajo de laboratorio. Se elaboraron dos informes de las especies recolectadas durante las giras (apéndice 2). Literatura seleccionada adecuada para identificar hongos parásitos de plantas recolectados en Panamá: Dennis (1970), Barnett y Hunter (1972), Stevenson (1975), Gamboa (1989) y Piepenbring (in prep.).

Los especímenes de buena calidad fueron depositados en el herbario de Panamá (PMA), de manera que estén a la disposición de especialistas para una clasificación más específica. Además, se encuentran duplicados en la colección personal de la faci-

litadora (H.U.P) en Tübingen.

Laboratorio

Durante cuatro días en el laboratorio, se observó con el microscopio de luz el material citado en el apéndice 3. Durante la práctica se enseñó la técnica manual con ayuda de navajas para realizar raspados, cortes superficiales y transversales finos. Los cortes se montaron en agua o solución con baja concentración de hidróxido de potasio (detergente) y fueron observados con objetivos de diferentes aumentos incluyendo el de 100x con aceite de inmersión. Cada participante trabajó primero individualmente en cortes tratando de reconocer y dibujar estructuras típicas de las diferentes especies, bajo la asesoría de la facilitadora. Luego, se explicaron las estructuras importantes encontradas mediante croquis rotulado en la pizarra con la finalidad de complementar los dibujos realizados por los estudiantes. Para mejorar la calidad de los dibujos se hizo énfasis en los siguientes aspectos (comp. Fig. 1):

- Todo, los títulos, dibujos y la rotulación, se hacen con lápiz afilado de media dureza (Mongol #2).
- Se hace un solo dibujo por página. El dibujo debe llenar todo el espacio disponible en la hoja permitiendo así la documentación de un máximo de detalles.
- El encabezamiento de la hoja cuenta con la fecha de la elaboración del dibujo a mano izquierda y a mano derecha el nombre de la especie ilustrada junto con su posición sistemática, la planta hospedante, origen, número de colecta y otra información sobre el material y su montaje, tipo de corte. La ortografía correcta de los nombres científicos y la abreviación correcta "sp." (con punto) para "species" son importantes para demostrar la seriedad y experiencia del dibujante.
- El título indica el tema del dibujo y tiene que corresponder exactamente a lo que se dibujó. Por ejemplo no hay que poner el título "uredosporas" si se dibujó una sola uredospora.
- Un croquis del material sirve para indicar la localización del corte.
- Se dibujan las estructuras típicas del organismo junto con su contexto, dejando por fuera artefactos como contaminación por otros organismos e irregularidades y otros cambios de la

morfología debidos al proceso de cortar. Para lograr eso, hay que hacer muchos cortes finos y observar los distintos elementos estructurales muchas veces para así desarrollarse una imagen mental de la morfología típica del organismo. Para dibujar se selecciona el corte que presenta las estructuras de manera más parecida a la idea que el dibujante tiene de la estructura en cuestión.

- Se dibuja con líneas simples de un solo trazo, preferiblemente sin sombrar ya que sombras pueden presentar dificultades al momento de la reproducción del dibujo para una publicación. Las líneas se terminan abiertas si la estructura está rota o si es solamente el dibujo y no el material que se termina con el margen del dibujo. En el caso de motivos estructurales que se repiten mucho, es suficiente dibujar una parte representativa con líneas abiertas donde se termina el dibujo pero se repita la estructura (comp. ornamentación de la uredospora en la Fig. 1).
- La rotulación se añade con líneas simples (sin flechas) e incluye detalles no dibujados (ejm. colores).
- Finalmente se anota el aumento que sirvió para la elaboración del dibujo (preferiblemente con escala en el oculario) y el nombre del dibujante (sigla).
- Para la reproducción o la publicación del dibujo se coloca papel semitransparente sobre el dibujo y se trazan las líneas con isografos de tinta negra.

Resultados y discusión crítica

Sesiones teóricas:

El período de 18 horas de clases resultó muy corto para transmitir la información prevista, porque debido a la escasa experiencia en Micología fue necesario empezar por conceptos muy básicos. En un futuro habría que insistir en que cada participante tenga por lo menos el conocimiento básico en el área de Micología antes de ingresar al curso. Además, se requiere disponer de más tiempo para la comparación de los distintos grupos de hongos, preguntas y discusiones. Afortunadamente, los otros componentes del curso (seminario, giras, laboratorio) permitieron revisar mucha información presentada en la teoría, así que la mayoría de los participantes logró comprenderla y aplicarla.

Seminario

Durante la preparación y la presentación de los temas específicos, los exponentes tenían la oportunidad de trabajar individualmente con literatura más o menos reciente, revisar información vista anteriormente en la clase y practicar la exposición oral. Los demás participantes, además de aprender detalles de la investigación actual sobre hongos, podían analizar las capacidades y deficiencias en las exposiciones. La calidad de las charlas varió mucho según el nivel profesional del exponente, pero todas las charlas tuvieron efectos constructivos con respeto al objetivo del seminario que fue el mejoramiento de las capacidades de cada participante.

Se comprobó que en estas exposiciones, 20 a 30 minutos son suficiente para que cada exponente cumpla con sus objetivos.

Se apreciaron exposiciones de profesionales del área de fitopatología, las cuales incluyeron aspectos de la fitopatología que actualmente son relevantes en Panamá, técnicas aplicadas para el control de hongos patógenos de diferentes cultivos y detalles del trabajo cotidiano de estos profesionales. Videos grabados por el participante V. Flores ilustraron aspectos del control de patógenos en el banano y la caña de azúcar.

Giras al campo

En el campo, la experiencia en la observación y el reconocimiento de plantas superiores facilita mucho la detección de enfermedades y la clasificación preliminar de los agentes causantes de los síntomas. Así, las capacidades de cada participante para el trabajo de campo varió mucho según su formación anterior.

Se recolectó mucho más material de lo que se pudo observar luego en el laboratorio. Por eso se recomienda recolectar plantas infectadas en el campo de manera muy selectiva, enfocándose, por ejemplo, en uno o pocos grupos sistemáticos de hongos. En el caso de hongos imperfectos es preferible recolectar únicamente infección que presenta alguna estructura (hifas con esporas, puntos negros en las manchas) visible con la lupa de mano, porque sino la identificación del causante del síntoma requiere mucho trabajo incluyendo el cultivo

de hongos y experimentos de infección para cumplir con los postulados de Koch.

Hay muy poca literatura incluyendo informes de hongos patógenos de plantas en Panamá. Por lo que sabemos, el único listado de hongos parásitos de plantas cultivadas en Panamá (Toler *et al.*, 1959) no ha sido actualizado y es muy incompleto. Es muy probable, que los informes de las giras (apéndice 2), a pesar de ser muy preliminar, contienen nuevos registros para el país.

Laboratorio

La calidad de los cortes y de los dibujos de todos los participantes aumentó con cada práctica realizada. Se notó que a pesar de capacidades muy distintas de cada participante, todos lograron mejorar sus dibujos hasta el final de la docencia.

A pesar de que los estudiantes tuvieron bastante tiempo para observar e interpretar sus cortes individualmente, sólo documentaron en los dibujos, excepto por muy pocos detalles, lo que fue explicado por la facilitadora en la pizarra. Aparentemente, se necesitan muchas sesiones adicionales para capacitar al estudiante a realizar todo el proceso de reconocimiento e ilustración de hongos individualmente. Por eso, al momento del examen se entregó el material junto con la identificación (punto 10 en apéndice 3) y los nombres de las estructuras que había que reconocer e ilustrar (Fig. 1).

El tiempo no alcanzó para enseñar técnicas de aislamiento o cultivo de manera satisfactoria (comp. Gams *et al.*, 1998).

Síntesis

Los participantes citados en el apéndice 4 ganaron el curso. A pesar de que todavía falta experiencia con respecto a muchos aspectos presentados durante el curso y aprendizaje de muchos detalles de la amplia área de la Micología, todos, incluyendo la facilitadora coinciden en que aprendieron mucho. Se espera en un futuro cercano la presencia de profesores locales en la UNACHI calificados para una enseñanza comprensiva del área de Micología en la carrera de botánica. Varias veces durante la docencia se enfatizó la escasez de estudios de Micología en Panamá y la fácil disponibilidad de organismos poco conocidos. Por eso, es probable que

en el futuro algunos miembros del curso contribuyan al conocimiento de hongos parásitos de plantas por medio de publicaciones. Con vista al futuro, toda la literatura presente durante el curso se integra en la biblioteca del ICADES, al alcance de todos.

Agradecimientos

Agradecemos en primer lugar al Prof. Dr. Franz Oberwinkler (Universidad de Tübingen) por sus clases de Micología actualizadas cada año y por su permiso de usar sus acetatos durante la docencia. Agradecemos al Prof. Rafael Rincón por la clasificación de plantas hospedantes y a la Lic. Auristela Acosta por el apoyo en la parte práctica del curso. Con respecto a la realización del curso en la UNACHI, agradecemos por el constante apoyo brindado por la Dra. Juana Ramos y Roger Sánchez, así como por el Sr. Andreas Otto de la Embajada de Alemania en Panamá. Se agradece al DAAD por una gran parte del financiamiento del curso.

Finalmente agradecemos a todos los participantes por su constante interés y buen ánimo durante el curso. Se agradecen el aporte de conocimiento de Harry Pérez y Alexis Álvarez durante las giras en el campo y la contribución valiosa por videos de Virgilio Flores y Liliam V. de Castillo.

REFERENCIAS

- AGRIOS, G. N. 1997. *Plant pathology*. 4th edition. Academic Press. San Diego. 635 pp.
- BARNETT, H. L. y B. B. HUNTER. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. 241 pp.
- BATRA, S. W. T. 1987. *Deceit and corruption in the blueberry patch*. Natural History 8: 57-59.
- BATRA, L. R. Y S. W. T. BATRA. 1985. *Floral mimicry induced by mummy-berry fungus exploits host's pollinators as vectors*. Science 228: 1011-1013.
- CASTAÑO-ZAPATA, J. y L. DE RÍO. 1994. *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 302 pp.
- DENNIS, R. W. G. 1970. *Fungus flora of Venezuela and adjacent countries*. Kew Bulletin Addi-

- tional Series III. Royal Botanical Gardens, Kew.
- DÖBBELER, P. 1995. *Burenia myrrhidendri spec. nov.* (Protomycetales), ein bemerkenswerter biotropher Ascomycet in den Früchten einer baumförmigen Umbellifere aus Costa Rica. *Nova Hedwigia* 60: 171-177.
 - FINCH, H. C. y A. N. FINCH. 1997. *Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina.* (Primera reimpresión). Trillas. Mexico. 188 pp.
 - GAMBOA, V. C. S. 1989. *Indice de enfermedades de los cultivos agrícolas de Costa Rica.* Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Sanidad Vegetal. Costa Rica. 112 pp.
 - GAMS, W., E. S. HOEKSTRA y A. APTROOT. 1998. *CBS course of mycology.* Fourth edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Baarn, The Netherlands. 165 pp.
 - HAWKSWORTH, D. L., P. M. KIRK, B. C. SUTTON y D. N. PEGLER. 1995. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi.* 8th edition. CMI Kew. 616 pp.
 - PIEPENBRING, M. (in prep.) Smut fungi (Ustilaginomycetes and Microbotryales, Basidiomycota) in Panama.
 - PIMENTEL, G., L. M. CARRIS, L. LEVY y R. J. MEYER. 1998. *Genetic variability among isolates of Tilletia barclayana, T. indica and allied species.* *Mycologia* 90: 1017-1027.
 - STEVENSON, J. A. 1975. *The fungi of Puerto Rico and the American Virgin Islands.* Baltimore, Maryland, pp. 743.
 - TOLER, R. W., R. CUELLAR y J. B. FERRER. 1959. *Preliminary survey of plant diseases in the Republic of Panama.* *Plant Disease Reporter* 43: 1201-1203.

Apéndice 1: Clasificación de hongos aplicada durante la docencia

Se citan los géneros de mayor importancia para las sesiones teóricas, prácticas y de campo. La clasificación está mayormente de acuerdo con Hawksworth *et al.* (1995).

1. Protista
 - 1.1 Mycetozoa
 - 1.1.1. Plasmodiophoromycetes
Plasmodiophora, Spongospora
2. Heteroconta
 - 2.1 Oomycota
 - 2.1.1. Pythiales
Pythium, Phytophthora
 - 2.1.2. Peronosporales (mildius falsos)
Albugo, Plasmopara, Peronospora
3. Fungi (Eumycota)
 - 3.1. Chytridiomycota
 - 3.1.1. Chytridiales
Olpidium, Synchytrium
 - 3.2. Zygomycota
 - 3.2.1. Mucorales
Mucor, Rhizopus
 - 3.3. Ascomycota
 - 3.3.1. Endomycetales
Saccharomyces
 - 3.3.2. Taphrinales
Taphrina
 - 3.3.3. Protomycetales
Burenia, Protomyces
 - (3.3.4.-3.3.5.) Plectomycetes
 - 3.3.4. Erysiphales (mildius verdaderos)
Oidium (estado imperfecto), Microsphaera, Phyllactinia
 - 3.3.5. Meliolales
Meliola
 - (3.3.6.-3.3.7.) Pyrenomycetes
Clavicipitales (= Clavicipitaceae en Hypocreales)
Claviceps, Epichloë
 - 3.3.7. Ophiostomatales
Ophiostoma
 - (3.3.8.) Loculoascomycetes
 - 3.3.8. Dothideales
Elsinoë, Mycosphaerella
 - (3.3.9.-3.3.10) Discomycetes
 - 3.3.9. Rhytismatales (Phacidiales)
Rhytisma
 - 3.3.10. Leotiales (Helotiales)
Monilinia
 - 3.4. Deuteromycota (Hongos Imperfectos)
 - 3.4.1. Hyphomycetes
 - 3.4.1.1. Hyphomycetales

3.4.1.1.1. MONILIACEAE

Aspergillus, Botrytis, Fusarium, Monilia, Penicillium, Pyricularia

3.4.1.1.2. DEMATIACEAE

Alternaria, Cercospora, Cladosporium, Curvularia, Drechslera, Helminthosporium

3.4.1.2. Tuberculariales

Sphacelia

3.4.1.3. Stilbellales

Graphium

3.4.2. Coelomycetes

3.4.2.1. Sphaeropsidales

Darluca, Phoma, Phyllosticta

3.4.2.2. Melanconiales

Colletotrichum

3.4.3. Mycelia Sterilia

Rhizoctonia, Sclerotium

3.5. Basidiomycota

3.5.1. Urediniomycetes

3.5.1.1. Septobasidiales

Septobasidium

3.5.1.2. Uredinales (royas)

Gymnosporangium, Hemileia, Puccinia,
Uromyces

3.5.1.3. Microbotryales (carbones)

Microbotryum

3.5.2. Ustilaginomycetes

3.5.2.1. Ustilaginales (carbones)

Anthracoidea, Cintractia, Sporisorium,
Ustilago

3.5.2.2. Tilletiales (carbones)

Entyloma, Tilletia

3.5.2.3. Microstromatales

Microstroma

3.5.2.4. Exobasidiales

Exobasidium

3.5.2.5. Cryptobasidiales

Clinoconidium

3.5.2.6. Graphiolales

Graphiola

3.5.3. Hymenomycetes

3.5.3.1. Poriales

Fomes, Heterobasidion, Polyporus, Poria

3.5.3.2. Ganodermatales

Ganoderma

3.5.3.3. Corticiales

Corticium (C. salmonicolor)

3.5.3.4. Agaricales

Armillariella, Mycena (M. citricolor)

Apéndice 2: Informes de las dos giras al campo

Se citan las plantas hospederas en orden alfabético con sus familias abreviadas entre paréntesis junto con los hongos que se encontraron en ellas y las síntomas más evidentes en las plantas hospederas. Las identificaciones son preliminares.

12.3.2000: Alrededores de Boquete

- Acmella* sp. (Ast.) - *Entyloma spilanthis* (Tilletiales), carbón causando manchas en hojas
Allium cepa (Lil.) - *Alternaria porri* (Dematiaceae), mancha púrpura en hojas
Borreria laevis (Rub.) - *Puccinia lateritia* (Uredinales), manchas foliares
Brassica oleracea var. *capitata* (Bra.) - *Rhizopus* sp. (Zygomycota), podredumbre
 - hongo imperfecto de los Dematiaceae, tal vez *Heterosporium variabile*, manchas grises en hojas
 - *Rhizoctonia* sp., podredumbre en bases de hojas
Citrus sp. (Rut.) - *Oidium* sp. (Erysiphales), mildiu en hojas y frutos
 - *Corticium salmonicolor* (Corticiales), mata ramas
Coffea arabica (Rub.) - *Cercospora coffeicola* (Dematiaceae), manchas marrones con margen amarillo en hojas
 - *Fusarium* sp. (Moniliaceae), creciendo en fruto guardado en bolsa plástica durante una semana
 - *Hemileia vastatrix* (Uredinales), roya del café, en hojas
 - *Mycena citricolor* (Agaricales), ojo de gallo, en hojas *Hydrocotyle* sp. (Api.)
 - *Puccinia hydrocotyles* (Uredinales), manchas foliares *Lycopersicon esculentum* (Sol.)
 - *Alternaria solani* (Dematiaceae), manchas foliares
 - *Cladosporium fulvum?* (Dematiaceae), pudrición en el fruto
Oplismenus burmannii (Poa.) - ascomycete con cuerpos fructíferos negros en hojas
Panicum maximum (Poa.) - *Tilletia ayresii* (Tilletiales), agallas de ovarios
Phaseolus/Vigna sp. (Fab.) - *Oidium* sp. (Erysiphales), mildiú en las hojas
Solanum tuberosum (Sol.) - *Phytophthora infestans* (Pythiales), podredumbre de tubérculos
Sonchus sp. (Ast.) - estado imperfecto de *Erysiphe cichoracearum* (Erysiphales)

19.3.2000: Cultivos y vegetación silvestre cerca de la playa de La Barqueta

- Cordia* sp. (Bor.) - mildiu negro (Meliolales), manchas negras en el haz de la hoja.
Musa sp. (Mus.) - *Cercospora musae* (Dematiaceae), estado imperfecto de *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* (Dothideales); joven: manchas lineares de color marrón en el envés de la hoja (verde); avanzado: hoja seca con manchas grises con esporodoquios.
Oryza sativa (Poa.) - *Pyricularia oryzae* (Moniliaceae), quemado del arroz, inflorescencia parcialmente o completamente seca
 - *Helminthosporium oryzae* (Dematiaceae), manchas lineares angostas de color marrón en las hojas
 - *Drechslera oryzae* (Dematiaceae), manchas ovales con centro gris y margen marrón en las hojas
 - Manchado del grano: espiguillas negras por conidios de *Alternaria* sp., *Helminthosporium oryzae* y *Curvularia* sp.
 Poaceae (estéril) - roya (Uredinales), manchas de color óxido en las hojas
Saccharum sp. cult. (Poa.) - *Helminthosporium sacchari* (Dematiaceae), manchas lineares en las hojas
Scleria sp. (Cyp.) - roya (Uredinales), manchas de color óxido en las hojas
Thalia geniculata (Mar.) - *Puccinia thaliae* (Uredinales), manchas de color naranja en las hojas; parasitado por
 - *Darluca filum* (Sphaeropsidales), puntos negros en los soros de la roya (comp. Fig. 1)
Vigna unguiculata (Fab.)
 - *Cercospora canescens* ? (Moniliaceae), manchas grises en el envés de hojas

Apéndice 3: Informe de las prácticas de laboratorio

Se citan los organismos observados con el microscopio de luz en orden sistemático junto con sus plantas hospedantes y las estructuras más importantes que había que observar. Las especies señaladas con las si-

glas "Ch" fueron recolectadas durante las giras al campo u obtenidas de otros lugares en la provincia de Chiriquí, Panamá. Aquellas señaladas con las siglas "Tü" fueron recolectadas en y cerca de Tübingen, Alemania. Se encuentran duplicados de la mayor parte del material de las especies citadas en el herbario de Panamá (PMA).

1. Estructuras básicas de Ascomycota, Basidiomycota y Liqueenes

Xanthoria parietina (Lichenes; Tü) – algas e hifas formando el talo del líquen

- apotecio con himenio comprendiendo ascos con ascosporas y parafisos

Russula ochroleuca (Basidiomycetes; Tü) – corte transversal de una lamela con basidiosporas en esterigmas de basidios formando el himenio

2. Oomycota

Phytophthora infestans (Pythiales; Tü) en hojas de *Solanum tuberosum* (Sol.) –esporangióforos y esporangios

Plasmopara pusilla (Peronosporales; Tü) en hojas de *Geranium pratense* (Ger.) – conidios y conidióforos saliendo en grupo de estomas

3. Presentación de hongos saprófitos recolectados durante una excursión al Jardín Botánico de la UNA-CHI realizada el mismo día

4. Captura de hongos del aire y del suelo con medios de cultivo

5. Ascomycota

Saccharomyces sp. (Endomycetales; Ch) procedente de *Acrocomia panamensis* (Are.) – células de levadura responsables de la fermentación de la chicha bruja

Protomyces macrosporus (Protomycetales; Tü) en hojas de *Aegopodium podagraria* (Api.) – agallas con proasci

Oidium sp. (Erysiphales; Tü) en hojas de *Solanum mammosum* (Sol.) – estado imperfecto de mildiu verdadero; conidióforos con conidios

Microsphaera alphitoides (Erysiphales; Tü) en hojas de *Quercus* sp. (Fag.) – cleistotecios con apéndices ramificados y ascos

Phyllactinia guttata (Erysiphales; Tü) en hojas de *Fagus sylvatica* (Fag.) – cleistotecios con ascos y apéndices agudos y articulados en la base

Meliola sp. (Meliolales; Ch) en hojas de *Calea prunifolia* (Ast.) – mildiu negro con hifas negras con hifopodios, apresorios y cleistotecios negros con ascos

Claviceps purpurea (Clavicipitales; Tü) en Poaceae – esclerocio desarrollando cuerpos fructíferos con estípite y cabezuela; peritecios con ascos filamentosos en la cabezuela

Epichloë typhina (Clavicipitales; Tü) alrededor del tallo de *Bromus erectus* (Poa.) – peritecios en estroma; ascos con ascosporas filiformes

6. Deuteromycota

Aspergillus sp. (Moniliaceae; Ch) aislado de suelo – moho de regadera con conidióforo, vesícula, células conidiogénicas y conidios

Penicillium sp. (Moniliaceae; Ch) aislado del aire – moho de pincel con conidióforo, metulae, células conidiogénicas y conidios

Alternaria porri (Dematiaceae; Ch) en hojas de *Allium cepa* (Lil.) – manchas púrpuras; conidios oscuros muriformes

Phoma hedericola (Sphaeropsidales; Tü) en hojas de *Hedera helix* (Aral.) – manchas con picnidios y picnosporas

Colletotrichum sp. (Melanconiales; Ch) en hojas de *Polyscia* sp. (Aral.) – manchas con acérvulos con setas, células conidiogénicas y conidios

Rhizoctonia sp. (*Mycelia Sterilia*; Ch) en hojas de *Brassica oleracea* var. *capitata* – hifas con ramificaciones en forma de "T"; sin conidios

7. Trabajo individual con material de la gira a Boquete

8. Basidiomycota

Gymnosporangium fuscum (Uredinales; Tü) en hojas de *Pyrus communis* (Ros.) – picnidio con picnosporas (0)

Puccinia poarum (Uredinales; Tü) en hojas de *Tussilago farfara* (Ast.) – ecidio con ecidiosporas y peridio (I)

roya (Uredinales; Ch) en hojas de una gramínea – uredo con uredosporas (II)

Puccinia helianthi (Uredinales; material de Viena, Austria) en hojas de *Helianthus annuus* (Ast.) – telio con teliosporas (III)

Hemileia vastatrix (Uredinales; Ch) en hojas de *Coffea arabica* (Rub.) – roya del café; uredo (II) formado por hifas saliendo de estomas

Microbotryum violaceum (Microbotryales; Tü) en anteras de *Dianthus* sp. (Car.) – teliosporas con reticulum

Ustilago scitaminea (Ustilaginales; Ch) en tallos de *Saccharum officinarum* (Poa.) – teliosporas germinando con basidios con conjugaciones y desarrollo de hifas y basidiosporas en agar de agua

Tilletia ayresii (Tilletiales; Ch) en ovarios hipertrofiados xxx de *Panicum maximum* (Poa.) – teliosporas, células estériles y conidios en forma de "Y"

9. Demostración de la elaboración de dibujos con tinta para publicaciones

10. Material presentado para el examen (Fig. 1)

Puccinia thaliae (Uredinales; Ch) parasitado por *Darlucalium filum* (Sphaeropsidales) en hojas de *Thalia geniculata* (Mar.) – soros con uredosporas de la roya y picnidios del hongo imperfecto

Apéndice 4: Lista de los participantes

1. Alexis A. Álvarez
2. J. Dayanis E. Arjona
3. Gisi Y. Avedaño C.
4. Silvestre Castillo
5. Liliam V. de Castillo
6. Cristina Cedeño E.
7. Yasmín L. Concepción
8. Nikelda Y. Delgado M.
9. Virgilio Flores C.
10. Diana E. González S.
11. Ida María González
12. Doris H. Guerra S.
13. Kenixon Guerra S.
14. Iliana I. Miranda G.
15. Harry Pérez A.
16. Erick Vanegas
17. Luis A. Vargas
18. Luis B. Vargas

Fig. 1. Dibujos que se pidieron a los participantes en el examen (con lápiz). Nota: Los dos dibujos deberían ocupar una hoja cada uno pero por razones de espacio se han colocado en una sola hoja.