



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"**

MANUAL ELECTRÓNICO DE ACTINOMICETOS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA FARMACÉUTICO BIÓLOGA

PRESENTA

DIANA ALICIA GONZÁLEZ CAMACHO

M. en C. MARÍA JOSÉ MARQUES DOS SANTOS
Director de Tesis

Q.F.B. JOSÉ OSCAR GONZÁLEZ MORENO
Asesor de Tesis

ORIENTACIÓN: BIOQUÍMICA CLÍNICA

OPCIÓN DE TITULACIÓN: APOYO A LA DOCENCIA

MÉXICO, D.F. SEPTIEMBRE DEL 2013

ESTE TRABAJO RECIBIÓ EL APOYO DEL PROYECTO PAPIME: PE 200210

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
LIBRO ELECTRÓNICO.....	5
Ventajas.....	6
Desventajas.....	7
Multimedia.....	7
Tipos de información multimedia.....	8
CAPÍTULOS DEL MANUAL.....	8
1. ACTINOMICETOS.....	10
1.1 Clasificación.....	13
1.2 Importancia médica.....	15
2. ACTINOMICOSIS.....	15
2.1 Generalidades.....	15
2.2 Morfología.....	15
2.3 Patogénesis y patología.....	16
2.4 Cuadro clínico.....	16
2.5 Pruebas diagnósticas de laboratorio.....	17
2.6 Tratamiento.....	18
3. MYCOBACTERIUM.....	18
3.1 Generalidades.....	18
3.2 Fisiología y estructura de las micobacterias.....	18
3.3 Clasificación de las micobacterias según Runyon.....	20
3.4 Morfología.....	20
3.5 Cuadro clínico Tuberculosis Pulmonar.....	21
3.6 Diagnóstico de la infección tuberculosa.....	22
3.7 Tratamiento.....	23
3.8 Lepra.....	23
3.9 Clasificación de la lepra.....	24
3.10 Manifestaciones clínicas de la lepra.....	24
3.11 Terapia.....	25
3.12 Diagnóstico de lepra.....	25

4. NOCARDIOSIS	25
4.1 Generalidades.....	25
4.2 Morfología e identificación.....	26
4.3 Patogénesis y datos clínicos.....	26
4.4 Pruebas diagnósticas de laboratorio.....	27
4.5 Tratamiento.....	27
5. RHODOCOCCUS	27
5.1 Generalidades.....	27
5.2 Clasificación y un poco de historia.....	28
5.3 Morfología.....	29
5.4 Procesamiento de las muestras.....	29
5.5 Género <i>Gordonia</i> y <i>Tsukamurella</i>	30
5.6 Otros actinomicetos.....	30
6. DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO EN GENERAL	31
6.1 Recolección, transporte y procesamiento de la muestra.....	31
6.2 Métodos de detección directa.....	31
6.3 Cultivo.....	32
6.4 Métodos de identificación.....	32
6.5 Pruebas de sensibilidad a los agentes antimicrobianos y tratamiento.....	33
OBJETIVO GENERAL	34
OBJETIVOS PARTICULARES	34
HIPÓTESIS	35
JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA	36
METODOLOGÍA	37
DIAGRAMA DE FLUJO	39
RESULTADOS	40
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS	45

INTRODUCCIÓN

Los ambientes capaces de albergar vida microbiana reflejan el amplio espectro de la evolución de estos organismos. Se han encontrado especies que viven a temperaturas comprendidas entre el punto de congelación y el punto de ebullición del agua, en agua salada y en agua dulce, en presencia y en ausencia de oxígeno. Algunos han desarrollado ciclos de vida que incluyen una fase de latencia en respuesta a la falta de nutrientes. Los microorganismos se hallan capacitados para acometer una extensa gama de reacciones metabólicas y adaptarse a muchos ambientes diferentes. Por su poco peso pueden ser transportados por las corrientes de aire y estar en todas partes, pero las características del ambiente determinan cuales especies pueden multiplicarse. Existen varias clases de microorganismos: mohos, levaduras, bacterias, actinomicetos, protozoos, algas, hongos, virus. Siendo de importancia para este trabajo principalmente los actinomicetos.

Los actinomicetos son bacterias aeróbicas, grampositivas, filamentosas y parcialmente ácido-alcohol-resistentes, ampliamente distribuidas en el suelo, así como también en otros ambientes naturales del mundo. Los actinomicetos eran considerados anteriormente como formas de transición entre los hongos y las bacterias; en la actualidad se consideran bacterias y se incluyen en el reino *Monera*, debido a los estudios de los componentes de su pared celular, se reclasificaron dentro del orden de los *Actinomycetales*. Aunque algunos presentan características parecidas a los hongos: producen enfermedad crónica y tienen la capacidad de producir filamentos y ramificaciones por lo que han sido tema de estudio, actualmente el material bibliográfico que se encuentra disponible acerca de ellos carece de interés para las generaciones actuales. Debido a la creciente modernización se ha recurrido a formatos electrónicos ya que en plena era de transición hacia el mundo digital, se facilita el acceso a la información de interés con rapidez y un fácil manejo.

Aunque con demasiada frecuencia se realizan suposiciones y simplificaciones acerca de la naturaleza de los documentos digitales, acerca de su creación, uso y manejo, éstos han proporcionado más ventajas que desventajas, además de ser algo innovador y llamativo para las personas, induciendo a la lectura y al estudio, por lo que se decidió crear un manual electrónico de actinomicetos principalmente como material de apoyo complementario para los cursos de Microbiología General I y Microbiología General II de la carrera de QFB ^{1,2}.

MARCO TEÓRICO

LIBRO ELECTRÓNICO

Un libro electrónico, también conocido como *e-book*, *eBook*, ecolibro o libro digital, es una versión electrónica o digital de un libro. También suele denominarse así al dispositivo usado para leer estos libros, que es conocido también como *e-reader* o lector de libros electrónicos.

El término es ambiguo, ya que se refiere tanto a una obra individual en formato digital como a un dispositivo electrónico utilizado para leer libros en formato digital. Por otra parte, algunos autores proponen que se debe hacer una distinción entre los libros electrónicos y el hipertexto. El hipertexto está destinado a la estructuración de la información a través de enlaces, mientras que un libro electrónico es la digitalización de un libro originariamente editado en papel. Un ejemplo de hipertexto sería Wikisource y uno de libro electrónico, un libro en formato digital que pueda encontrarse en Internet o en CD-ROM.

El libro electrónico es una publicación cuyo soporte no es el papel sino un archivo electrónico, su texto se presenta en formato digital y se almacena en diskette, CD-ROM o en Internet. El libro electrónico permite incorporar elementos multimedia como video, audio, y en el caso de Internet, posibilita enlaces a otras páginas de libros digitales de la red ².

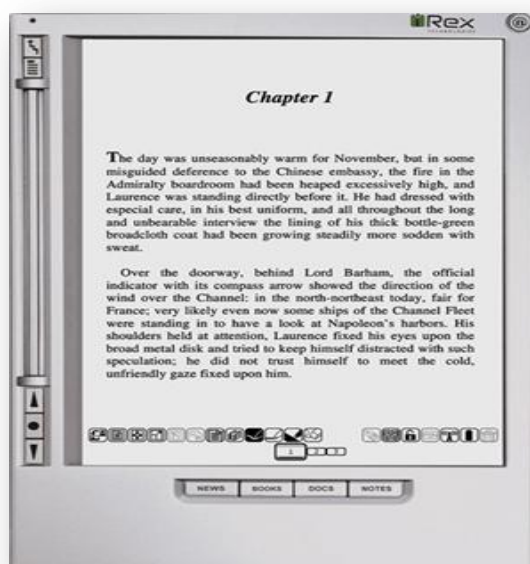


Figura 1. Libro electrónico

Ventajas

Entre los beneficios más significativos que pueden aportar los sistemas de gestión de imágenes documentales o documentos digitales, son proceso de captura y el guardar en discos ópticos, pueden destacarse los siguientes:

- RESOLUCIÓN. Obtención de una imagen de alta calidad.
- PERDURABILIDAD. Los soportes ópticos gozan de hasta 50 años de garantía de vida.
- VOLÚMEN. Alta capacidad de almacenamiento por disco (56.000 imágenes / disco).
- CONCOMITANCIA. Permite el acceso a una imagen por varios usuarios al mismo tiempo.
- RECUPERACIÓN. Visualización de la imagen del documento consultado, en milésimas de segundos.
- INDEPENDENCIA DE LA DISTANCIA. Entre el lugar físico del archivo y el puesto de consulta, a partir de redes de comunicación digital. Se puede bajar un libro electrónico de Internet en el momento que se quiera y desde cualquier parte del mundo.
- PROTECCIÓN. Garantía ante factores atmosféricos (frío, calor y humedad) y agentes atacantes de otros soportes (hongos, roedores, y polillas) muy superior a otros soportes, tradicionales y modernos.
- ACCESIBILIDAD. Es otro de los puntos fuertes del libro electrónico. Los lectores más avanzados del mercado ofrecen conexión a Internet, con lo que pueden conectarse con los principales portales de venta de libros electrónicos, así como descargarse las ediciones electrónicas de diarios o revistas convencionales.
- CONSUMO. Menor gasto de papel y tinta.
- REDUCCIÓN. La reducción del consumo de papel hará que disminuya la presión a la que están sometidos los bosques.
- PORTABILIDAD. Mayor comodidad en la portabilidad.
- ENRIQUECIMIENTO. Posibilidad de enriquecimiento del texto a través de enlaces multimedia.
- MANEJO. Posibilidad de hacer anotaciones y comentarios al margen.
- COSTO. Cuenta con opciones de lectura gratuita ².

Al utilizar la tecnología de tinta electrónica no tiene retro-iluminación, como es el caso de otros dispositivos de mano (tabletas, computadoras o teléfonos móviles). La experiencia es similar a leer un libro en papel: sin cansancio alguno para la vista, pudiéndose por tanto prolongar la lectura durante horas. Ante la preocupación por el cansancio que pudieran provocar los libros electrónicos en la

vista, se trata de una tecnología diferente: la pantalla del libro electrónico está pensada para que no canse la vista, debido a lo cual, los modelos que hasta ahora han salido a la venta son todos en blanco y negro. Esta tecnología también permite una duración de batería que puede llegar a durar hasta dos y tres semanas.

Desventajas

- En cuanto a sus inconvenientes, el mayor de ellos ha sido su elevado precio, se inicia una carrera por ofrecer dispositivos más baratos y con un conjunto de servicios asociados tales como librerías en línea o la posibilidad de préstamo entre usuarios con el mismo dispositivo.
- Si la madera para hacer papel procede de bosques y plantaciones bien gestionados, se trata de un recurso renovable, productor de carbono y reciclable. La nueva herramienta electrónica en un corto espacio de tiempo se convertirá en un desecho electrónico que terminará en un vertedero o incinerador, lo que produce emisiones dañinas para el medio ambiente.
- Pérdida de control comercial de la obra.
- Facilidad de copia, tanto legal como no autorizada de los documentos ².

Multimedia

El término multimedia se utiliza para referirse a cualquier objeto o sistema que utiliza múltiples medios de expresión (físicos o digitales) para presentar o comunicar información. De allí la expresión "multi-medios". Los medios pueden ser variados, desde texto e imágenes, hasta animación, sonido, video, etc. También se puede calificar como multimedia a los medios electrónicos (u otros medios) que permiten almacenar y presentar contenido multimedia ².

Se habla de multimedia interactiva cuando el usuario tiene libre control sobre la presentación de los contenidos, acerca de que es lo que desea ver y cuándo; a diferencia de una presentación lineal, en la que es forzado a visualizar contenido en un orden predeterminado.

En el mercado informático, existen variados softwares de autoría y programación de software multimedia, entre los que destacan Adobe Director y Flash.

La multimedia encuentra su uso en varias áreas incluyendo: arte, educación, entretenimiento, ingeniería, medicina, matemáticas, negocio, y la investigación científica. En la educación, la multimedia se utiliza para producir los cursos de

aprendizaje computarizado, popularmente llamados CBT (Computer Based Training cuyo significado es formación basada en el ordenador) y los libros de consulta como enciclopedia y almanaques. Un CBT deja al usuario pasar con una serie de presentaciones, de texto sobre un asunto particular, y de ilustraciones asociadas en varios formatos de información. Una enciclopedia electrónica multimedia puede presentar la información de mejor manera que la enciclopedia tradicional, así que el usuario tiene más diversión y aprende más rápidamente. Esto puede acelerar la comprensión y mejorar la experiencia del usuario, cuando está agregada a los elementos múltiples tales como cuadros, fotografías, audio y vídeo².

Tipos de información multimedia:

- **Texto:** sin formatear, formateado, lineal e hipertexto.
- **Gráficos:** utilizados para representar esquemas, planos, dibujos lineales, etc.
- **Imágenes:** son documentos formados por píxeles. Pueden generarse por copia del entorno (escaneado, fotografía digital) y tienden a ser ficheros muy voluminosos.
- **Animación:** presentación de un número de gráficos por segundo que genera en el observador la sensación de movimiento.
- **Video:** Presentación de un número de imágenes por segundo, que crean en el observador la sensación de movimiento.
- **Sonido:** puede ser habla, música u otros sonidos ².

El libro electrónico hará posiblemente que el pasar páginas con el dedo pase a la historia; unos simples botones de avance y retroceso, o un gesto con los dedos en la pantalla táctil de aquellos dispositivos que lo permiten serán sus sustitutos en la nueva era. El error generalizado de los actuales libros electrónicos, es haber querido "sustituir" el libro impreso. Es por esto que la gran mayoría es "copia" del impreso, con versiones en PDF o en archivos de "imagen" muy difíciles de leer. Si la modernidad desea un verdadero libro digital, debe tener presentes los "plus" otorgados por la tecnología. Cuando un programa de computador, un documento o una presentación combina adecuadamente los medios, se mejora notablemente la atención, la comprensión y el aprendizaje, ya que se acercará algo más a la manera habitual en que los seres humanos nos comunicamos, cuando empleamos varios sentidos para comprender un mismo objeto e informarnos sobre él ².

CAPÍTULOS DEL MANUAL

El manual electrónico consta de 6 capítulos los cuales contienen la siguiente información: el primer capítulo contiene los aspectos más generales de los actinomicetos así como su clasificación, los capítulos 2, 4 y 5 están constituidos de la siguiente manera; comienzan con las generalidades de cada patología indicando los microorganismos más comunes que causan la enfermedad, la morfología de cada una de las especies, el cuadro clínico, pruebas diagnósticas de laboratorio y su tratamiento; al capítulo 3 que es *Mycobacterium*, cambia un poco su estructura por lo que es el capítulo más amplio ya que contiene generalidades, fisiología y estructura de las micobacterias, su clasificación según Runyon, morfología, cuadro clínico de tuberculosis pulmonar, diagnóstico de la infección tuberculosa y tratamiento; lepra, clasificación de la lepra, manifestaciones clínicas de la lepra, terapia y diagnóstico de la lepra; el último capítulo que es el capítulo 6, consta de lo que es todo el procesamiento de las muestras para realizar las pruebas necesarias para el diagnóstico de las enfermedades descritas. Aquí se muestra una pequeña parte de toda esta información ya que en sí todo el contenido se encuentra en el formato electrónico.

La parte de morfología se encuentra desarrollada en todos los capítulos de la siguiente forma: frotis, tipo de tinción, tipo de respiración, medios en los que crece, características de las colonias, algunos muestran pruebas bioquímicas, además de presentar imágenes que nos ayudan a visualizar las características que muestra la morfología por lo que se da un ejemplo a continuación para evitar ser repetitivos a lo largo del trabajo.

Actinomyces israelii

Esta cepa representa una parte importante de la biota bucal normal, *A. israelii* crece en la superficie dental y gingival, además de que puede asociarse con la caries dental; la mayor parte de las cepas de *A. israelii*, son anaerobios facultativos que crecen mejor en una atmósfera con gran cantidad de dióxido de carbono. Las colonias forman gránulos dentro del pus. Estas colonias son generalmente de color amarillo y se denominan “gránulos de azufre”. El organismo es grampositivo (Fig. 2).

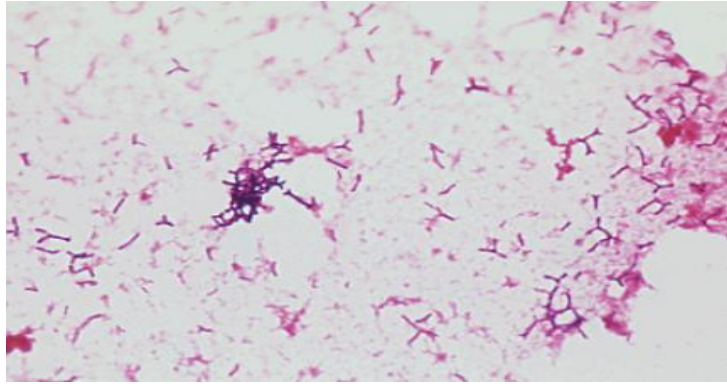


Fig. 2 Coloración de Gram de un extendido de *A. israelii* que muestra su aspecto difteroidal con ramificaciones filamentosas en forma de “V” o “Y”

La ramificación no se presenta en los “gránulos” formados sobre el pus; sin embargo, sobre la superficie del agar si existe, siendo extensiva y produciendo colonias en forma de “araña”. En un medio sólido enriquecido, como el agar de infusión cerebro-corazón, las colonias jóvenes (24 a 48 h) producen filamentos de sustrato grampositivos los que se fragmentan originando cadenas cortas, difteroides y cocobacilos.

Después de una semana, estas colonias “aracniformes” se convierten en colonias blancas con aspecto de “dientes molares” amontonados. En caldo de tioglicolato, *A. israelii* crece por debajo de la superficie formando colonias compactas. Las especies se identifican con base en el quimiotipo de la pared celular y en las reacciones bioquímicas.

Los gránulos de azufre hallados en el tejido son de color amarillento y miden hasta 1 mm de diámetro; están compuestos por macrófagos, otras células tisulares, fibrina y bacterias. Las prolongaciones eosinofílicas con forma de palillos de tambor, derivadas de las células bacterianas, suelen proyectarse desde la periferia del gránulo.

Las lesiones actinomicóticas usualmente contienen un gran número de bacterias mezcladas, las cuales pueden ser importantes en el inicio de la infección humana por *A. israelii*.

Existen tres zonas de mayor frecuencia de infección primaria en el hombre: cervicofacial, torácica y abdominal².

1. ACTINOMICETOS

Los actinomicetos constituyen un grupo heterogéneo de bacterias filamentosas que están relacionadas con corinebacterias y micobacterias³ por lo que se han considerado como hongos en el pasado, pero actualmente, se ha demostrado que corresponden al orden *Actinomycetales*, del griego *aktino* (rayo) y *mikes* (hongo), por la conformación en forma radial de los gránulos formados en las lesiones de los tejidos⁴, además de formar filamentos, largos y ramificados que recuerdan a las hifas de los hongos, de ahí la referencia fúngica que se le da en su nombre las cuales colonizan al ser humano y los animales y se encuentran habitualmente en el suelo y la vegetación en descomposición⁵.

Se le dio la terminación *aktino* que significa rayo debido a que tienen una forma de crecimiento radiado o similar a una estrella a causa de sus filamentos ramificados. Superficialmente su morfología se asemeja a la de los hongos filamentosos; sin embargo, los filamentos de los actinomicetos son células procariontes con un diámetro mucho más pequeño que el de los hongos filamentosos eucariontes, además de que algunos actinomicetos se asemejan aun más a los hongos filamentosos porque poseen esporas asexuales externas que utilizan para la reproducción.

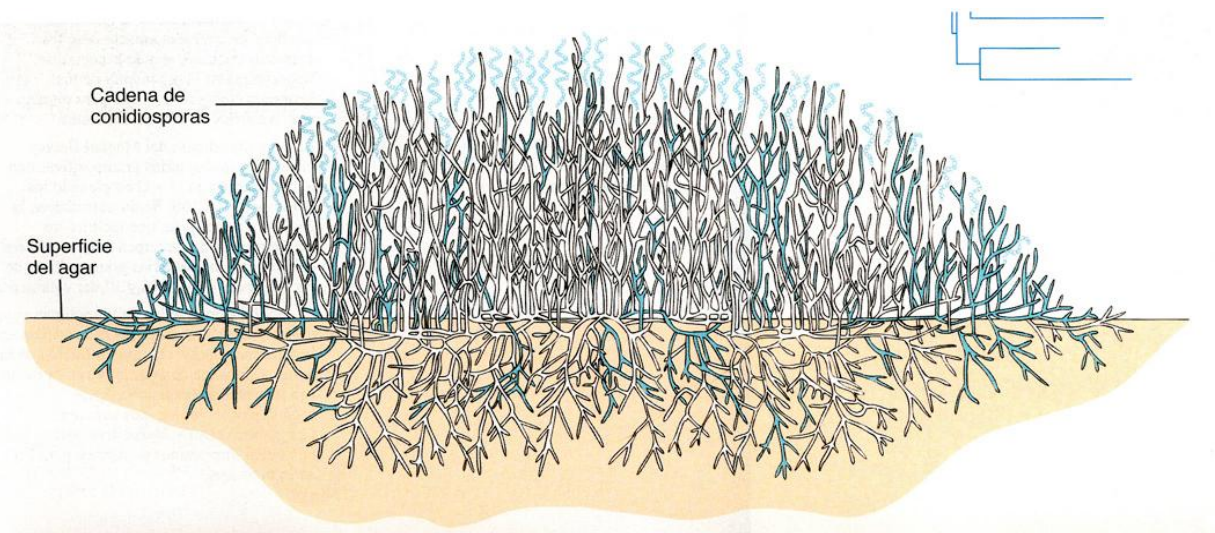


Fig. 3 Una colonia de actinomicetos. Corte transversal de una colonia de actinomicetos con hifas vivas (azul) y muertas (blancas). Se muestran el micelio de sustrato y el micelio aéreo con cadenas de conidiosporas.

Las bacterias filamentosas, como los hongos filamentosos, son habitantes muy comunes del suelo, donde el patrón de crecimiento tiene ventajas, pueden sortear brechas sin agua entre las partículas del suelo para alcanzar otros sitios nutricionales⁶, además contribuyen en gran medida a la ecología del suelo. Degradan los desechos vegetales y animales, y mantienen el suelo suelto y desmenuzado. A partir de 1 g de suelo se puede aislar más de un millón de colonias de actinomicetos, la disponibilidad de nutrientes y de oxígeno determina el número y los tipos de éstos. Los actinomicetos son particularmente importantes degradadores de polímeros complejos (incluida la quitina) y de hidrocarburos, que son relativamente resistentes al ataque por otros microorganismos⁷.

A pesar de su semejanza con los hongos, habiéndose alguna vez pensado que constituirían un estado intermedio entre bacterias y hongos, la pertenencia de los actinomicetos a las bacterias viene avalada entre otras, por las siguientes propiedades:

- 1) Son células procariotas, es decir, desprovistas de membrana nuclear.
- 2) Sus filamentos tienen un diámetro de 1 μm o menor, más pequeño que el de la estructura tubular (hifa) característica de los hongos; además, los filamentos de los actinomicetos son más frágiles, se fragmentan fácilmente en formas bacilares y tienen las dimensiones típicas de las bacterias.
- 3) La pared celular contiene ácido murámico y ácido diaminopimérico, que son constituyentes característicos de la pared celular de las bacterias; en cambio, no están presentes ni quitina ni glucanos, componentes de la pared celular de los hongos.
- 4) Son sensibles a la penicilina, tetraciclina, sulfamidas y a otros fármacos antibacterianos que son inactivos frente a los hongos.
- 5) La membrana citoplásmica no contiene esteroides y es, por tanto, insensible a los polienos, fármacos que resultan activos frente a los hongos.
- 6) Las formas móviles poseen flagelos simples del tipo bacteriano⁸.

Los actinomicetos constituyen un grupo grande y diverso de bacilos grampositivos con una tendencia característica a formar cadenas o filamentos (hifas), la proporción y la magnitud de la elongación de los filamentos con ramificaciones laterales dependen de la cepa de actinomiceto, del medio de crecimiento y de la temperatura de incubación. Estos microorganismos crecen en forma de filamentos delgados u ondulados con un diámetro de 0.5 a 0.8 μm , que presentan ramificaciones laterales y dicótomas, que pueden crecer fuera del medio formando micelios aéreos en medios sólidos, los filamentos aparecen en forma de masas enmarañadas, mientras que los medios líquidos tienen tendencia a crecer en bloques o en centros^{10,11}.

Los actinomicetos incluyen cierto tipo de taxones superiores que varían en morfología, requerimientos de oxígeno, composición de la pared celular y capacidad para formar esporas. Estas bacterias se clasifican juntas por sus semejanzas morfológicas y sus patogenicidades relacionadas.

En algunos taxones los filamentos resultan muy largos y extensamente ramificados, los filamentos iniciales, a partir de los cuales se desarrollan las colonias se denominan filamentos vegetativos o profundos y el grado hasta el cual estos filamentos profundos se desarrollan y ramifican o se fragmentan en cocos o bacilos después de su formación constituye una característica importante. Los actinomicetos superiores producen filamentos que se proyectan por encima de la colonia; estos filamentos aéreos pueden ramificarse en esporas o adquirir una estructura superficial o pigmentación característica. Estas variaciones en la morfología producen características distintivas para la separación e identificación de los diferentes taxones.

Algunos actinomicetos se desarrollan como células en forma de bastón y de filamentos que se fragmentan en seguida después de su formación para dar células individuales. Estos microorganismos son aerobios, anaerobios facultativos o anaerobios estrictos, siendo los más comunes y de importancia médica los actinomicetos aerobios, hay más de 40 géneros y pueden mostrar ramificaciones, ser parcialmente ácido-alcohol-resistentes o presentar ambas características.

En general los actinomicetos aerobios no se aíslan con frecuencia en el laboratorio clínico; no obstante, producen enfermedades graves en el ser humano. Las infecciones que causan son difíciles de reconocer sobre la base del cuadro clínico y además los microorganismos son difíciles de aislar^{10,12}.

1.1 Clasificación

Los actinomicetos están incluidos dentro del reino de las Procariotas en la división II, *Firmicutes* o bacterias grampositivas, dentro de las secciones 15, 16 y 17 según el Manual de Bacteriología Sistemática de Bergey. Las familias incluidas en el orden *Actinomycetales* aisladas en humanos son: *Actinomycetaceae*, *Dermatophilaceae*, *Micromonosporaceae*, *Mycobacteriaceae*, *Nocardiaceae*, *Streptomyetaceae*, *Thermomonosporaceae*. Todas estas familias son aerobios, excepto la familia *Actinomycetaceae*, que comprende géneros anaerobios obligados, aerobios obligados y aerobios facultativos⁸.

Cuadro 1 Clasificación de Actinomicetos

Phylum BXVI. Actinobacteria	
Clase I. Actinobacteria	
Subclase IV. Actinobacteridae	
Orden I. Actinomycetales	
Suborden I. Actinomycineae	
Familia I. Actinomycetaceae	
Género:	<i>Actinomyces, Actinobaculum, Arcanobacterium, Falcivibrio, mobiluncus, Trueperella, Varibaculum</i>
Suborden VI. Micrococcineae	
Familia I. Micrococcaceae	
Género:	<i>Micrococcus, Acaricomex, Arthrobacter, Auritidibacter, Citricoccus, Kocuria, Nesterenkonia, Pelczaria, Renibacterium, Rothia, Sinomonas, Stomatococcus, Yania, Yaniella, Zhihengliuella</i>
Familia II. Bogoriellaceae	
Género:	<i>Bogoriella, Georgenia</i>
Familia III. Rarobacteraceae	
Género:	<i>Rarobacter</i>
Familia IV. Sanguibacteraceae	
Género:	<i>Sanguibacter</i>
Familia V. Brevibacteriaceae	
Género:	<i>Brevibacterium</i>
Familia VI. Cellulomonadaceae	
Género:	<i>Cellulomonas, Actinotalea, Oerskovia, Paraoerskovia, Tropheryma</i>
Familia VII. Dermabacteraceae	
Género:	<i>Dermabacter, Brachybacterium, Devriesea, Helcobacillus</i>
Familia VIII. Dermatophilaceae	
Género:	<i>Dermatophilus, Austwickia, Kineosphaera, Mobilicoccus, Piscicoccus</i>
Familia IX. Dermacoccaceae	
Género:	<i>Dermacoccus, Branchiibius, Calidifontibacter, Demetria, Kytococcus, Luteipulveratus, Yimella</i>
Familia X. Intrasporangiaceae	
Género:	<i>Intrasporangium, Aquipuribacter, Arsenicococcus, Fodinibacter, Humibacillus, Humihabitans, Janibacter, Knoellia, Kribbia, Lapillicoccus, Marihabitans, Nostocoida, Ornithinibacter, Ornithinococcus, Ornithinomicrobium, Oryzihumus, Phycococcus, Serinicoccus, Terrabacter, Terracoccus, Tetrasphaera</i>
Familia XI. Jonesiaceae	
Género:	<i>Jonesia</i>

Familia XII. <i>Microbacteriaceae</i>	
Género:	<i>Microbacterium, Agreia, Agrococcus, Agromyces, Amnibacterium, Aureobacterium, Chryseoglobus, Clavibacter, Cryobacterium, Curtobacterium, Frigoribacterium, Frondicola, Frondihabitans, Glaciibacter, Gulosibacter, Herbiconiux, Humibacter, Klugiella, Labedella, Leifsonia, Leucobacter, Marisediminicola, Microcella, Microterrícola, Mycetocola, Okibacterium, Phycicola, Plantibacter, Pseudoclavibacter, Rathayibacter, Rhodoglobus, Salinibacterium, Schumannella, Subtercola, Yonghaparkia, Zimmermannella</i>
Familia XIII. <i>Beutenbergiaceae</i>	
Género:	<i>Beutenbergia, Miniimonas, Salana, Serinibacter</i>
Familia XIV. <i>Promicromonosporaceae</i>	
Género:	<i>Promicromonospora, Cellulosimicrobium, Isoptericola, Myceligenerans, Xylanibacterium, Xylanimicrobium, Xylanimonas</i>
Familia XV. <i>Ruaniaceae</i>	
Género:	<i>Ruania, Haloactinobacterium</i>
Familia XVI. <i>Demequinaceae</i>	
Género:	<i>Demequina, Lysinimicrobium</i> ¹³

Los géneros dentro de este grupo son muy diversos e incluyen algunos patógenos para animales y el hombre. Los más importantes de éstos son los llamados corineformes y nocardioformes y que incluyen los siguientes géneros: *Corynebacterium* (*C. diphtheriae*), *Mycobacterium* (*M. tuberculosis*), *Nocardia* (*N. asteroides*, *N. otitidiscaviarum*, *N. brasiliensis*), *Rhodococcus* (*R. equi*), *Gordonia*, *Tsukamurella* y *Actinomadura* (*A. madurae*).

Los géneros *Nocardia sp*, *Rhodococcus sp*, *Gordonia sp* y *Tsukamurella sp* son actinomicetos aerobios parcialmente ácido alcohol resistentes. *Nocardia sp* y *Rhodococcus sp* pertenecen a la familia *Nocardiaceae* mientras que *Gordonia sp* y *Tsukamurella sp* se incluyen en las familias *Gordoniaceae* y *Tsukamurellaceae*, respectivamente. Sin embargo, la presencia de esta propiedad varía según de qué cepa se trate y de las condiciones de cultivo. Otros géneros importantes son: *Streptomyces* y *Dermatophilus*, así como los actinomicetos anaerobios: *Actinomyces*, *Arachnia* y *Rothia*¹⁴.

1.2 Importancia médica

En esta sección se incluyen las bacterias grampositivas aerobias que se encuentran en la clínica, las que habitualmente son más filamentosas y

ramificadas que las tratadas antes y producen un micelio similar al de los hongos, que en formas bacilares o cocoides cortas se fragmentan o rompen. Cuando se aíslan en muchos laboratorios clínicos estos microorganismos son enviados a la “sección micológica” o a la “sección micobacteriológica”, en lugar del laboratorio de bacteriología de rutina para su identificación. Esto es frecuente porque la mayoría de las especies se desarrollan más lentamente que otras bacterias aerobias o anaerobias facultativas y pueden aislarse en medios utilizados actualmente para hongos (por ejemplo; agar dextrosa de Sabouraud) o en medios de recuperación para micobacterias (por ejemplo; medios sólidos sintéticos de Midlebrook y medio de Lowenstein-Jensen). Sin embargo, estos bacilos grampositivos aerobios, ramificados y filamentosos, son bacterias y no hongos.

2. ACTINOMICOSIS

2.1 Generalidades

La actinomicosis es una infección crónica supurativa y granulomatosa, que produce lesiones piógenas con tractos a manera de senos interconectados que contienen gránulos compuestos de microcolonias de bacterias embebidas en elementos tisulares. Los agentes etiológicos son varios miembros relacionados entre sí y que pertenecen a la flora normal de boca y tracto gastrointestinal. La mayoría de los casos se deben a *Actinomyces israelii*, *Actinomyces naeslundii* y otras bacterias facultativas o anaeróbicas relacionadas con estos microorganismos. Con base en el sitio de compromiso, existen tres formas comunes de actinomicosis: cervicofacial, torácica y abdominal. Independientemente del sitio, la infección se inicia como consecuencia de un trauma que permite la introducción de estas bacterias endógenas en la mucosa¹⁵.

2.2 Morfología

❖ *Actinomyces israelii*

Esta cepa representa una parte importante de la biota bucal normal, *A. israelii* crece en la superficie dental y gingival, además de que pueden asociarse con la caries dental; la mayor parte de las cepas de *A. israelii*, son anaerobios facultativos que crecen mejor en una atmósfera con gran cantidad de dióxido de carbono. Las colonias forman gránulos dentro del pus. Estas colonias son generalmente de color amarillo y se denominan “gránulos de azufre”. El organismo es grampositivo.

La ramificación no se presenta en los “gránulos” formados sobre el pus; sin embargo, sobre la superficie del agar sí existe, siendo extensiva y produciendo colonias en forma de “araña”. Después de una semana, estas colonias “aracniformes” se convierten a colonias blancas con aspecto de “dientes molares” amontonados. Los gránulos de azufre hallados en el tejido son de color amarillento y miden hasta 1 mm de diámetro; están compuestos por macrófagos, otras células tisulares, fibrina y bacterias. Las prolongaciones eosinofílicas con forma de palillos de tambor, derivadas de las células bacterianas, suelen proyectarse desde la periferia del gránulo.

2.3 Patogénesis y patología

Sin importar el sitio en el organismo, la historia natural es similar en todos los casos de actinomicosis. Las bacterias atraviesan la mucosa o superficie epitelial de boca, tracto respiratorio o tracto gastrointestinal bajo, asociadas con caries dental, gingivitis, complicación quirúrgica o trauma. La broncoaspiración puede conducir a infección pulmonar. Los microorganismos crecen en un nicho anaeróbico, inducen una respuesta inflamatoria mixta y se diseminan mediante la formación de senos o cavidades, los cuales contienen gránulos y pueden drenar a la superficie. La infección causa tumefacción y se puede extender a los órganos vecinos, incluyendo huesos. A menudo surgen sobreinfecciones por otras bacterias endógenas.

2.4 Cuadro clínico

❖ Actinomicosis cervicofacial

La enfermedad cervicofacial se presenta como un proceso de tumefacción eritematosa en el área mandibular. El padecimiento se inicia generalmente después de un traumatismo como una extracción dentaria, una fractura o bien infecciones locales, los que permiten la penetración del agente etiológico que es parte de la flora endógena, a tejido profundos, con una tensión baja de O₂ permitiendo su desarrollo. No existe un período de incubación determinado.

Se presenta dolor localizado en el área afectada, edema regional pero sin inflamación ganglionar; posteriormente la zona de edema toma una consistencia firme y nodular descrita por algunos autores como quijada leñosa. Las masas nodulares que pueden ser una o varias se convierten en abscesos que se ulceran y producen un material purulento que contiene colonias compactadas y pequeñas

del agente etiológico conocidas como granos. Con el proceso evolutivo, la masa se vuelve fluctuante, produciendo fístulas drenantes. La enfermedad se extenderá a tejido, hueso y ganglios linfáticos contiguos de cabeza y cuello.

El padecimiento puede producir algunas molestias para la masticación, es de lenta evolución y en ocasiones puede diseminarse por contigüidad y afectar huesos de la cara o el cráneo y llegar a producir una meningitis. A pesar de esto, la forma cervicofacial es la variedad clínica que presenta mejor pronóstico.

❖ **Torácica**

El agente etiológico llega a la cavidad torácica por extensión de una forma cervicofacial, o bien por diseminación de una forma abdominal. El cuadro clínico no es patognomónico y puede confundirse con otras patologías. Los síntomas de la actinomicosis torácica se asemejan a aquellos de una infección pulmonar subaguda: fiebre leve, tos y esputo purulento; posteriormente se desarrollan abscesos únicos o múltiples lo que ocasiona hemoptisis franca. Finalmente el tejido pulmonar se destruye, los tractos sinuosos pueden erupcionar hacia la pared torácica y llegan a invadir las costillas. El diagnóstico diferencial más importante es con la tuberculosis pulmonar, padecimiento del cual es indistinguible desde el punto de vista clínico. La actinomicosis abdominal, por lo general, sucede a un apéndice roto o a una úlcera¹⁵.

❖ **Abdominal**

La forma abdominal frecuentemente empieza en el apéndice y puede resultar de organismos ingeridos. La forma abdominal puede producir inicialmente síntomas de “apendicitis crónica”. Las lesiones en el colon son dolorosas y tumorales. La enfermedad se puede extender al hígado y otras partes del cuerpo¹⁴.

2.5 Pruebas diagnósticas de laboratorio

La pus proveniente de los senos drenados, el esputo o muestras de tejido se examinan para identificar la presencia de gránulos de azufre. Los gránulos son duros, lobulados, compuestos de tejido y filamentos bacterianos, los cuales se localizan en la periferia y poseen la forma de palillos de tambor. Las muestras tisulares se cultivan en caldo de tioglicolato y en placas de agar sangre de infusión cerebro-corazón, los cuales se incuban en condiciones anaeróbicas o con altas concentraciones de dióxido de carbono. El crecimiento se examina en búsqueda de la morfología característica y reacciones químicas. Los agentes causales

principales de actinomicosis son catalasa-negativos, en tanto que la gran mayoría del resto de los actinomicetos son catalasa-positivos. Las lesiones superficiales también pueden contener otras especies bacterianas.

2.6 Tratamiento

El tratamiento prolongado (seis a ocho meses) con grandes dosis de penicilina G o una penicilina alternativa. La tetraciclina, cefalosporina por vía parenteral, lincomicina, eritromicina y clindamicina, aisladas o en combinaciones diversas, son fármacos de segunda elección para tratar enfermos alérgicos a la penicilina. La mejoría no suele observarse antes de transcurrido un mes de tratamiento. Sin un diagnóstico bacteriológico definitivo, a veces es necesaria la quimioterapia de ensayo¹⁶.

3. GÉNERO *MYCOBACTERIUM*

3.1 Generalidades

El género *Mycobacterium* está formado por bacilos aerobios inmóviles y no esporulados con un tamaño de 0.2 a 0.6 X 1 a 10 µm. En algunos casos, estos bacilos forman filamentos ramificados; sin embargo, estos pueden romperse con facilidad. La pared celular es rica en lípidos, lo que hace que su superficie sea hidrofóbica y confiere a las micobacterias resistencia frente a muchos desinfectantes y frente a las tinciones habituales de laboratorio. Cuando han sido teñidos, los bacilos tampoco se pueden decolorar con las soluciones ácidas, motivo por el que reciben el nombre de bacilos ácido-resistentes. Debido a que la pared celular de las micobacterias es compleja y a que este grupo de microorganismos es exigente desde el punto de vista nutricional, la mayoría de las micobacterias crecen lentamente y se dividen cada 12 a 24 horas. El aislamiento de los microorganismos de crecimiento lento (p. ej., *M. tuberculosis*, *M. avium-intracellulare* [complejo *M. avium*], *M. kansasii*) puede necesitar entre 3 y 8 semanas de incubación, mientras que las micobacterias que crecen rápidamente (p. ej., *M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. abscessus*) necesitan una incubación de al menos 3 días. *M. leprae*, el agente etiológico causante de la lepra, no crece en cultivos celulares.

Las micobacterias continúan siendo una causa muy importante de morbilidad y mortalidad, especialmente en los países con recursos sanitarios limitados. En la actualidad, se han identificado aproximadamente 100 especies de micobacterias, muchas de las cuales están asociadas a enfermedad en el ser humano⁵.

3.2 Fisiología y estructura de las micobacterias

Las bacterias se clasifican en el género *Mycobacterium sp* en función de:

- 1) Su capacidad de acidorresistencia.
- 2) La presencia de ácidos micólicos con 60 a 90 átomos de carbono que se escinden por pirolisis en esteres metilo de ácidos grasos de C22 y C26.
- 3) Un elevado contenido (61%-71%) de guanosina + citosina (G+C) es su ácido desoxirribonucleico (ADN).

Las micobacterias poseen una pared celular compleja y rica en lípidos. Esta pared celular es la responsable de muchas de las propiedades características de las bacterias (p. ej., su acidorresistencia, crecimiento lento, resistencia a detergentes, resistencia a los antibióticos antibacterianos frecuentes, antigenicidad, formación de agregados). La estructura básica de la pared celular es característica de las bacterias grampositivas: una membrana citoplásmica interna cubierta con una gruesa capa de peptidoglucanos y carente de membrana externa. No obstante, la estructura de la pared celular micobacteriana es notablemente más compleja que la de cualquier otra bacteria grampositiva. En la membrana plasmática se anclan proteínas, manosido de fosfatidilinositol y lipoarabinomanano (LAM)⁵.

Runyon clasificó las restantes especies micobacterianas (micobacterias no tuberculosas o MNT) en cuatro grupos en función de su velocidad de crecimiento y su capacidad de producir pigmentos en presencia o ausencia de luz. Las micobacterias pigmentadas producen carotenoides amarillos intensos⁵.

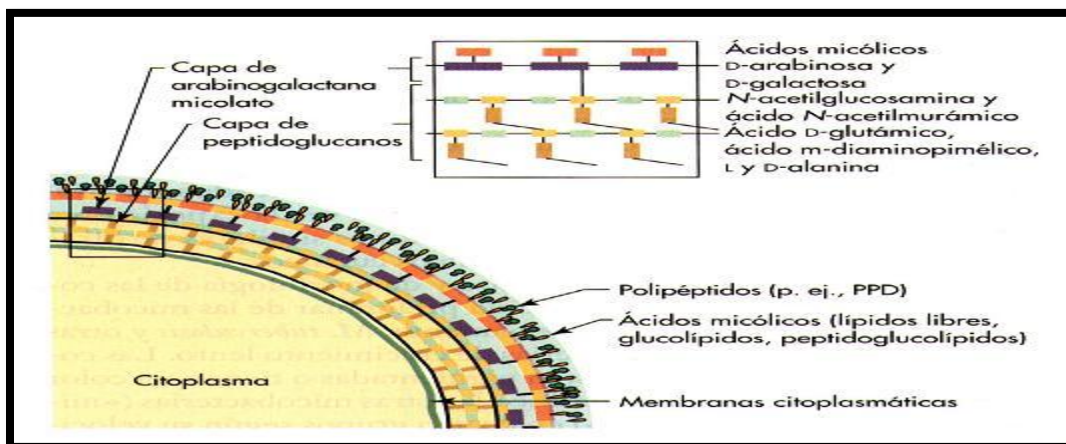


Fig. 4 Estructura de la pared celular de las micobacterias. PPD: derivado proteico purificado. (Adaptado y modificado de: Kubica GP, Wayne LG, eds. The mycobacteria: a sourcebook: Nueva York: Marcel Dekker, 1984)

3.3 Clasificación de micobacterias según Runyon

❖ **Micobacterias típicas:** (causantes de tuberculosis)

1. *M. tuberculosis*: colonias rugosas, produce niacina, crecimiento lento, crecimiento eugónico (exuberante).
2. *M. bovis*: colonias pequeñas lisas, crecimiento disgónico lento, no produce niacina.

❖ **Micobacterias atípicas o anónimas:**

1. Crecimiento lento:

- a) **Grupo I de Runyon** (Fotocromógenos): colonias pigmentadas en la luz, no pigmentadas cuando crecen en la oscuridad.

Ejemplos: *M. marinum*, *M. kansasii*

- b) **Grupo II de Runyon** (Escotocromógenos): pigmento anaranjado a rojo tanto en la luz como en la oscuridad.

Ejemplo: *M. scrofulaceum*

- c) **Grupo III de Runyon** (no pigmentados): no se pigmentan cuando crecen en la luz u oscuridad. Son niacina negativos.

Ejemplos: *M. intracellulare* (bacilo de Battey)

M. ulcerans

M. avium

M. intracellulare no responde bien a la quimioterapia. Este puede prevalecer en infecciones humanas sobre *M. tuberculosis*

2. Crecimiento rápido:

- d) **Grupo IV de Runyon:** especies principalmente saprofitas.

Ejemplos: *M. smegmatis*

M. phlei

M. fortuitum (puede producir prueba de la tuberculina, positiva).

M. flavescens

*M. vaccae*¹⁴.

3.4 Morfología

❖ ***Mycobacterium avium***

Bacilos cortos a largos, algunos filamentosos. Los inóculos diluidos sobre medio solidificado con huevo, usualmente forman colonias lisas no pigmentadas después de 7 o más días de incubación a 37°C; las colonias envejecidas pueden llegar a ser amarillentas. Sobre agar albúmina ácido oleico las colonias son planas,

delgadas transparentes, lobuladas no pigmentadas. Ocasionalmente se encuentran cepas rugosas¹⁴.

Produce tuberculosis en aves domésticas y otros pájaros. Los organismos causan una infección parecida a la tuberculosis en el hombre y parece estar fuertemente relacionado al bacilo de Battey del grupo III de Runyon (*M. intracellulare*). *M. avium* puede ser diferenciado de *M. tuberculosis* por no producir niacina, siendo resistente a la isoniazida y por la reducción de telurito¹⁴.

3.5 Cuadro clínico

❖ Tuberculosis pulmonar

La tuberculosis (TBC) es una infección crónica producida fundamentalmente por *M. tuberculosis* y, en muy raras ocasiones actualmente, por *M. bovis*. Se contagia casi siempre por inhalación en pocas ocasiones por ingestión y de forma excepcional por inoculación cutánea. Desde la puerta de entrada que es el pulmón, se extiende de forma directa, por diseminación broncógena; el bacilo también puede ser transportado por vía linfática o hematogena por todo el organismo, donde produce lesiones destructivas en el momento de su diseminación o, en virtud de su capacidad de persistencia intracelular, después de largos períodos de latencia¹⁸.

La infección primaria (primoinfección tuberculosa) suele ser asintomática, aunque en un porcentaje reducido de casos cursa con síntomas clínicos. Si bien la primoinfección casi siempre cura, quedan focos distantes al iniciar con bacilos vivos, capaces de provocar, meses o años más tarde, enfermedad tuberculosa (TBC de reactivación del adulto)¹⁸.

Se trata de una enfermedad infecciosa curable de forma individual y controlable en el ámbito comunitario, pero desafortunadamente dista mucho de estar erradicada. Ello se debe a que no se dispone ni de una vacuna eficaz ni de medidas de saneamiento específicas como sucede con otras enfermedades infecciosas que ya han sido erradicadas a nivel mundial o están en vías de eliminación. El control de la TBC se basa en programas enfocados al diagnóstico precoz, al cumplimiento del tratamiento y a la prevención de nuevos casos¹⁸.

Por otro lado, la TBC es una de las enfermedades asociadas al SIDA más importantes; las alteraciones inmunológicas que acompañan a este síndrome facilitan las formas de TBC de reactivación y la progresión rápida de infección a enfermedad¹⁸.

Manifestaciones generales

Las manifestaciones clínicas de la TBC son muy variables. Habitualmente se distinguen manifestaciones de carácter general y otras referidas al órgano o sistema donde asientan las lesiones. Las manifestaciones generales clásicas son inespecíficas y consisten en un cuadro subagudo o crónico caracterizado por pérdida de peso, astenia, anorexia, febrícula de predominio vespertino y sudación nocturna³. Este cuadro, a pesar de su inespecificidad, debe alertar para descartar la enfermedad, sobre todo en países con alta prevalencia de TBC.

La edad de presentación depende de la situación epidemiológica. En países con alta prevalencia afecta a personas jóvenes (edad media inferior a 30 años), mientras que en los de baja prevalencia afecta a personas mayores. El sexo masculino es predominante. La TBC se asocia con enfermedades o trastornos graves, siendo los más frecuentes los siguientes: la infección por VIH, alcoholismo, drogadicción, silicosis, diabetes, insuficiencia renal, neoplasias, malnutrición y tratamientos inmunodepresores¹⁸.

Cualquier parte del cuerpo humano puede verse afectada por la TBC. No obstante, en la mayoría de los casos (80%), con excepción de los infectados por el VIH e inmunodeprimidos, la forma pulmonar es la más frecuente. Le siguen en orden de frecuencia la pleural, ganglionar periférica, osteoarticular, genitourinaria, miliar, SNC, peritoneal e intestinal¹⁸.

3.6 Diagnóstico de la infección tuberculosa

❖ Prueba de la tuberculina

Los pacientes infectados con *M. tuberculosis* desarrollan una reacción de hipersensibilidad retardada a algunos componentes antigénicos extraídos de cultivos de dicho microorganismo. La prueba de la tuberculina es una prueba cutánea que consiste en poner en contacto al individuo en estudio con un extracto proteico purificado de bacilo tuberculoso (tuberculina), con la finalidad de detectar su hipersensibilidad a la infección tuberculosa³. La positividad de la prueba aparece entre 2 y 12 semanas después de la infección.

La reacción tuberculínica pretende clasificar a los individuos en infectados, o no, por *M. tuberculosis*. La reacción tuberculínica se utiliza para el diagnóstico de la infección y como ayuda diagnóstica de la enfermedad tuberculosa¹⁸.

❖ Diagnóstico microbiológico de la enfermedad tuberculosa

Para el diagnóstico directo de la TBC se sigue el mismo procedimiento que el de otras infecciones bacterianas: examen directo, cultivo e identificación. Sin embargo, merecen considerarse algunas particularidades técnicas. Éstas se deben, por un lado, al elevado contenido lipídico de la pared celular de *M. tuberculosis*, que exige tinciones específicas para su visualización, y, por otro, a que el crecimiento de *M. tuberculosis* es lento (semanas) y cuando se pretende aislarlo de productos como el esputo o la orina, donde existe bacterias contaminantes de crecimiento rápido (horas), éstas deben eliminarse para que su sobrecrecimiento no impida la recuperación de las micobacterias por el cultivo.

El examen directo para la visualización de micobacterias en los productos patológicos se efectúa según la técnica de Ziehl-Neelsen; también puede utilizarse colorantes fluorescentes, como la auramina, que facilitan el examen directo al poder efectuarse con menores aumentos, abarcando mayor superficie de campo observado y ser, por lo tanto, suficiente en menor tiempo de observación¹⁸.

Existen, fundamentalmente, dos técnicas de cultivo: una que utiliza medios de cultivo sólidos adecuados para el desarrollo de las micobacterias, como el clásico de Löwenstein-Jensen o los semisintéticos con agar tipo 7H10 de Middlebrook, y otra que emplea medios líquidos, como el 7H11 de Middlebrook.

Superados los problemas técnicos iniciales, se dispone ya en el mercado de técnicas de amplificación de DNA y RNA que pueden utilizarse para el diagnóstico rápido y seguro de la TBC pulmonar y de otras formas de TBC más difíciles de diagnosticar por técnicas convencionales. Por razones de sensibilidad, actualmente estas técnicas se consideran complementarias, pero no sustitutivas, de las técnicas tradicionales de cultivo¹⁸.

3.7 Tratamiento

En el tratamiento adecuado de la TBC se deben considerar las medidas generales y el tratamiento farmacológico específico. Los principales fármacos utilizados son: INH (isoniazida) es la droga de elección. Es bactericida tanto para organismos intracelulares como extracelulares¹⁸.

3.8 Lepra

M. leprae fue la primera bacteria descubierta como el agente etiológico causante de una enfermedad. En 1874, Hansen descubrió la presencia de *M. leprae* en

tejidos de individuos que padecían lepra por eso también es conocido como bacilo de Hansen¹⁴.

La lepra puede ser definida como una enfermedad crónica granulomatosa que generalmente afecta a las regiones frías del cuerpo, como la piel, ciertos nervios periféricos, membrana, mucosa del tracto respiratorio superior y boca, la porción anterior del ojo y testículos¹⁴.

3.9 Clasificación de la lepra:

Lepra Lepromatosa: es una enfermedad crónica a menudo fatal que es acompañada por una gran mutilación del cuerpo. Las lesiones de nervios periféricos y piel (y en casos avanzados, otras partes del cuerpo) contienen numerosos bacilos alcohol-ácidos-resistentes que son característicos.

Lepra Tuberculoide: es una enfermedad crónica no fatal que eventualmente lleva a la mutilación de algunas partes del cuerpo. Las lesiones de la piel y nervios contienen pocos o ningún bacilo alcohol-ácido-resistente.

Lepra Dudosa (dimorfa): es una enfermedad inestable con características tanto de lepra lepromatosa como de tuberculoide. Puede haber variación del número de bacilos alcoholácido- resistentes en las lesiones.

Lepra Indeterminada: representa un estado temprano de la enfermedad y a menudo no puede ser reconocida y tampoco se han desarrollado características lepromatosas o tuberculoideas¹⁴.

3.10 Manifestaciones clínicas de la lepra

El primer signo de lepra puede ser la presencia de lesiones inconspicuas en la piel. Esto seguido de un desarrollo progresivo de lesiones cutáneas y síntomas que indican que los nervios periféricos están involucrados. En todas las formas de la enfermedad, sin embargo, las lesiones se restringen a ramificaciones nerviosas superficiales y a las partes frías del cuerpo¹⁴.

El daño a los nervios causa anestesia local y ocurre en forma temprana en la lepra tuberculoide, aun en ausencia de lesiones cutáneas prominentes. En la lepra lepromatosa, los síntomas clínicos tempranos no indican por lo general que los nervios periféricos están afectados. Produce un ensanchamiento de los nervios periféricos en todas las formas de lepra y esta enfermedad tendría que ser

considerada como un "tumor" de una ramificación nerviosa periférica en que es diagnosticada¹⁴.

En la lepra lepromatosa son comunes las lesiones tempranas de la membrana mucosa de la nariz. Los ojos y testículos en hombres generalmente llegan a ser afectados conforme progresa la enfermedad. Las lesiones cutáneas, aunque presentes durante los estados tempranos, no son comúnmente sobresalientes. El sistema retículo endotelial en estados avanzados puede recargarse con bacilos de la lepra, provocando lesiones del hígado bazo y médula ósea. El desarrollo de lesiones en todas las formas de lepra es lento y gradual¹⁴.

3.11 Terapia

Las sulfonas son las más efectivas. El fármaco de elección es probablemente la 4,4-diaminodifenil sulfona (DDS) también conocida como Dapsona. La sulfona Promin es también efectiva. La Tiambutosina (una tiourea) puede ser usada con éxito en individuos que no pueden tomar sulfonas¹⁴.

3.12 Diagnóstico de lepra

El examen médico rutinario del paciente no establecerá la presencia o ausencia de lepra. Se deben considerar los antecedentes del paciente, por ejemplo: dónde vive el paciente, sus contactos personales, si sus parientes han tenido lepra, si él ha estado en áreas endémicas de lepra. Se debe averiguar si el paciente es hipersensible a la drogas.

Durante el examen físico se debe prestar especial atención a cualquier irregularidad en la piel, ganglios linfáticos, ramificaciones nerviosas superficiales, músculos, membrana mucosa de la nariz, garganta, boca y ojos.

El examen bacteriológico es indispensable para el diagnóstico. Los frotis deben ser hechos rutinariamente de varias lesiones diferentes. Todos los frotis deben ser teñidos para determinación alcohol-ácido-resistente. A menudo, al menos en una lesión cutánea, (sí está presente) se debe hacer biopsia para examen histopatológico. La prueba cutánea con lepromina no es diagnóstica; sin embargo, ésta puede ser útil una vez que la lepra está establecida, para determinar el tipo¹⁴.

4. NOCARDIOSIS

4.1 Generalidades

La nocardiosis es una infección causada por *Nocardia asteroides* o, menos frecuentemente, por *N. brasiliensis* o *N. otitidiscaviarum*, así como otras especies de *Nocardia* aún más infrecuentes. El complejo *N. asteroides* incluye *N. abscessus*, *N. farcinia*, *N. nova* y otras. La importancia del complejo radica en que sus miembros tienden a presentar susceptibilidad antimicrobiana variable, que afecta al tratamiento.

Estas bacterias, al igual que muchas especies no patógenas de *Nocardia*, se encuentran distribuidas en la tierra y el agua de todo el mundo. La nocardiosis se inicia mediante la inhalación de la bacteria. La presentación frecuente es una infección pulmonar subaguda o crónica que puede diseminarse en otros órganos, por lo general a cerebro o piel. Las nocardiosis no se transmiten de persona a persona¹⁵.

4.2 Morfología e identificación

Las especies *Nocardia* son aerobias crecen en una gran variedad de medios. Durante el curso de varios días hasta una semana o más, estas bacterias se desarrollan en colonias irregulares, lisas, duras, hacinadas, de aspecto ceroso o secas. Las cepas varían en cuanto a pigmentación, desde blanco hasta naranja a rojo, forman hifas ramificadas en los tejidos y los cultivos, tienen olor a sótano mohoso o a tierra recién removida es un indicio importante por el cual pueden reconocerse¹⁴.

La temperatura óptima de desarrollo es 30°C a 36°C, tanto en estufa de CO₂ como en el medio ambiente, son grampositivos, catalasa positiva y bacilos fijadores parciales de ácido. Producen ureasa y pueden digerir la parafina. Las nocardias forman grandes sustratos ramificantes y filamentos aéreos que se fragmentan después de su formación, originando así células cocobacilares.

La estructura de la pared celular de estas bacterias es semejante al de las micobacterias y contiene ácido 10-metil-esteárico (ácido tuberculoesteárico), ácido meso-diaminopimélico (meso-DAP), arabinosa, galactosa y ácidos micólicos. La longitud de los ácidos micólicos en las nocardias (50 a 62 átomos de carbono) es menor que en las micobacterias (70 a 90 átomos de carbono). Esta diferencia podría explicar por qué, a pesar de que ambos géneros son acidorresistentes *Nocardia* se describe como “acidorresistente débil”^{6,17}.

4.3 Patogénesis y datos clínicos

En la mayoría de los casos, la nocardiosis es una infección oportunista asociada con varios factores de riesgo, que en su mayoría alteran las respuestas inmunitarias mediadas por células: tratamiento corticosteroide, inmunosupresión, trasplante de órganos, SIDA, tuberculosis y alcoholismo¹⁵.

La Nocardiosis comienza como una neumonía lobar crónica acompañada de una gama amplia de síntomas incluyendo fiebre, pérdida de peso y dolor torácico.

Las manifestaciones clínicas no son distintivas y se asemejan a tuberculosis y otras infecciones. Pueden desarrollarse consolidaciones pulmonares, aunque la formación de granulomas y caseificación son raras. El proceso patológico característico es la formación de abscesos. La diseminación desde el pulmón generalmente involucra al sistema nervioso central, donde los abscesos se desarrollan en el cerebro, lo cual conduce a una gran variedad de presentaciones clínicas. Algunos pacientes manifiestan un compromiso pulmonar subclínico y desarrollan lesiones cerebrales. La diseminación también puede involucrar piel, riñón o cualquier otro órgano¹⁵.

4.4 Pruebas diagnósticas de laboratorio

Las muestras estudiadas son esputo, pus, líquido espinal y material de biopsia. Los frotis sometidos a tinción de Gram revelan la presencia de bacilos grampositivos, células cocobacilares y filamentos ramificantes. Con la técnica modificada de fijación de ácido, la mayoría de los aislados son fijadores de ácido. Las especies *Nocardia sp* crecen en la mayoría de los medios de laboratorio. Hasta la fecha, todavía no se dispone de pruebas serológicas para el diagnóstico de nocardiosis¹⁵.

4.5 Tratamiento

El tratamiento de elección es trimetoprim-sulfametoxazol. Si los pacientes no responden a este tratamiento, se pueden utilizar con éxito muchos otros antibióticos, como Amikacina, imipenem y cefotaxima. Pueden ser necesarios el drenaje o la resección quirúrgica¹⁵.

5. GENERO RHODOCOCCLUS

5.1 Generalidades

El género *Rhodococcus* está formado por bacterias grampositivas con ácido-alcohol-resistencia débil y un aspecto bacilar inicial que posteriormente se transforma en formas cocoides. Puede observarse una ramificación rudimentaria, aunque no se aprecian las delicadas formas filamentosas ramificadas observadas a menudo en las nocardias.

R. equi es el patógeno humano más importante. Inicialmente, se consideraba que *R. equi* (llamado anteriormente *Corynebacterium equi*) constituía un patógeno animal, especialmente en herbívoros, y rara vez producía enfermedades laborales en los granjeros o los veterinarios. Sin embargo, este microorganismo se ha convertido en un patógeno cada vez más frecuente en pacientes inmunosuprimidos (por ejemplo; los infectados por el VIH o los receptores de un trasplante). Resulta sorprendente que la mayor parte de los pacientes no haya estado en contacto con animales de pasto ni expuesto a suelo contaminado por estiércol de herbívoros. El incremento de la incidencia de la infección en el ser humano podría relacionarse tanto con el aumento del número de pacientes con enfermedades inmunosupresoras, en especial el SIDA, como con el mayor conocimiento del microorganismo.

Al igual que *Nocardia sp*, *R. equi* es un microorganismo intracelular facultativo que sobrevive en el interior de los macrófagos y origina una inflamación granulomatosa con formación de abscesos.

Los rodococos crecen con facilidad en medios no selectivos incubados en condiciones aerobias, aunque es posible que el pigmento de color salmón o rosado característico no sea evidente hasta pasados 4 días. Generalmente, las colonias son mucoides, si bien pueden observarse también en formas secas. Los microorganismos se identifican inicialmente por su lento crecimiento, su morfología macroscópica y microscópica y la capacidad de acidorresistencia débil (en especial, al crecer en medios selectivos para micobacterias). La identificación definitiva a nivel de especie es problemática debido a que el microorganismo es relativamente inerte.

El tratamiento de las infecciones por *Rhodococcus* entraña diversas dificultades. A pesar de que las pruebas *in vitro* y en modelos animales han permitido definir combinaciones específicas de fármacos como eficaces, el éxito del tratamiento de estos procesos ha sido limitado en el ser humano. Actualmente se recomienda administrar antibióticos orales (p. ej., eritromicina, rifampicina, y/o ciprofloxacino) frente a las infecciones localizadas en individuos inmunocompetentes⁵.

5.2 Clasificación y un poco de historia

R. equi, denominado en un principio *C. equi* y clasificado dentro de la familia *Corynebacteriaceae*, fue designado como tal en 1977, aprobándose oficialmente su nomenclatura en 1980. Debido a la composición de su pared celular y a la homología del DNA se ha incluido en el orden Actinomycetales, familia *Nocardiaceae*, junto con los géneros *Nocardia*, *Gordona* y *Skermania*. El género *Rhodococcus* incluye nueve especies, siendo *R. equi* la más frecuente y con mayor poder patógeno. Se han encontrado otras especies en diferentes muestras clínicas, generalmente no asociadas a infección respiratoria, sino a úlcera corneal, endoftalmitis postquirúrgica, peritonitis o nódulos subcutáneos. En la Tabla 1 se expone su clasificación, posibilidad de aislamiento en humanos y alguno de los sinónimos encontrados en la literatura²¹.

Cuadro 2. Clasificación del género <i>Rhodococcus</i>, aislamiento en humanos y referencias taxonómicas previas		
Especie	Aislada en humanos^a	Referencias previas
<i>R. coprophilus</i>	NE	NE
<i>R. equi</i>	+	<i>C. equi</i> <i>N. restricta</i> <i>C. hoagii</i>
<i>R. erythropolis</i>	+	<i>C. aurantiacum</i>
<i>R. fascians</i>	+	<i>R. luteus</i>
<i>R. globerulus</i>	NE	NE
<i>R. marinonascens</i>	NE	<i>R. marininaascens</i>
<i>R. rhodnii</i>	NE	<i>N. rhodnii</i>
<i>R. rhodochrous</i>	+	<i>R. roseus</i>
<i>R. ruber</i>	NE	<i>S. rubra</i>

5.3 Morfología

❖ *Rhodococcus equi*

Se observa un ciclo vital que va de bacilos a cocos, en etapas tempranas de crecimiento puede observarse ramificaciones elementales. En agar de extracto de levadura-glucosa produce colonias lisas, brillantes de color naranja a rojo con márgenes enteros, algunas cepas producen un limo abundante que puede gotear en la tapa de la caja de petri cuando está invertida durante la incubación.

Se encuentra en suelo, estiércol de herbívoros y en el tracto intestinal de vacas, caballos, ovejas y cerdos; causa bronconeumonía en potros, ocasionalmente

infecta otros animales domésticos como ganado vacuno y porcino y puede ser responsable de infecciones en humanos con tratamiento inmunosupresor o con linfoma¹⁴.

5.4 Procesamiento de las muestras

No es necesario observar precauciones especiales en la toma de la muestra ni para su transporte. Dado el tipo de infecciones producidas por *R. equi*, las muestras clínicas procesadas con mayor frecuencia son: esputos y otras secreciones respiratorias, sangre, aspirados de abscesos de diferente localización y exudados de herida. La rentabilidad de la muestra de esputo es mayor en enfermos infectados por el VIH. En ocasiones puede ser necesario la aspiración de las lesiones pulmonares con aguja fina o la realización de biopsia abierta. Los hemocultivos son positivos concomitantemente en el 50-80% de los pacientes con sida, en el 30% de los enfermos no infectados por el VIH y en el 25% de los trasplantados. Debido a la frecuencia de bacteriemia es posible la diseminación de *R. equi* por el organismo. Otras muestras clínicas de las que ha sido aislado son los ganglios linfáticos, biopsia de piel, tejidos blandos, líquidos estériles (pleural, peritoneal, articular), orina y muestras de necropsia.

El aislamiento del organismo puede efectuarse en los medios comunes no selectivos utilizados habitualmente en los laboratorios de microbiología. No obstante, con objeto de eliminar la flora bacteriana acompañante pueden emplearse medios selectivos como el agar colistina-ácido nalidixico (CNA), agar ceftazidima-novobiocina (CAZ-NB) con suplemento opcional de anisomicina, agar fenil-etanol (FEA) o el medio líquido TNAP, compuesto por caldo tripticasa-soja, penicilina G, cicloheximida, telurito potásico y ácido nalidixico. La incubación se realizará en aerobiosis entre 30-37 °C, aunque es posible su crecimiento en el intervalo entre 10 °C y 40 °C. Ante la sospecha de una infección por *R. equi* no deben desecharse los cultivos antes de los siete días de incubación²¹.

5.5 Género *Gordonia* y *Tsukamurella*

Gordonia sp (anteriormente conocida como *Gordona*) y *Tsukamurella sp* se clasificaban previamente en el género *Rhodococcus* debido a que son semejantes desde el punto de vista morfológico, contienen ácidos micólicos y son acidorresistentes parciales.

Los microorganismos se encuentran en el suelo y son patógenos oportunistas infrecuentes en el ser humano. *Gordonia sp* se ha asociado a infecciones pulmonares y cutáneas, así como a infecciones nosocomiales, como las causadas

por la contaminación de catéteres intravasculares. *Tsukamurella sp* se ha relacionado con infecciones por catéteres. Se debe evaluar minuciosamente la importancia del aislamiento de cualquiera de estos microorganismos en una muestra clínica⁵.

5.6 Otros actinomicetos

Dermatophilus sp, un actinomiceto de vida libre en el suelo, origina infecciones en las personas expuestas a animales infectados o productos de animales contaminados (p. ej., trabajadores de mataderos, carniceros, cazadores, granjeros que trabajan con productos lácteos, veterinarios).

La enfermedad es una dermatitis exudativa con formación de costras que afecta habitualmente a las manos o los pies. El microorganismo es sensible a diversos antibióticos y casi todas las infecciones se tratan con una combinación de penicilina y un aminoglucósido.

Tropheryma whippelii es la bacteria causante de la enfermedad de Whipple, un trastorno caracterizado por artralgias, diarrea, dolor abdominal, adelgazamiento, linfadenopatías, fiebre y aumento de la pigmentación cutánea.

La neumonitis alérgica (pulmón del granjero) es una reacción de hipersensibilidad a la exposición repetida a los actinomicetos termófilos que suelen habitar en la vegetación en descomposición. Los géneros con significación clínica son *Thermoactinomyces sp*, *Saccharopolyspora sp* y *Saccharomonospora sp*. Los pacientes afectados por la enfermedad presentan alteraciones granulomatosas en el pulmón, con edema pulmonar, Eosinofilia y elevación de inmunoglobulina E. El diagnóstico clínico se confirma con la detección en suero de anticuerpos específicos de tipo precipitinas frente a estos agentes⁵.

6. DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO EN GENERAL

6.1 Recolección, transporte y procesamiento de la muestra

Las muestras apropiadas deben recolectarse en forma aséptica de las áreas afectadas. En general no existen requisitos especiales para la recolección, el transporte o el procesamiento de las muestras de los microorganismos. Cuando se sospecha un cuadro clínico de nocardiosis deben enviarse numerosas muestras para cultivo porque los frotis y los cultivos son positivos en forma simultánea en sólo un tercio de los casos.

Así mismo, el aislamiento aleatorio de especies de *Nocardia sp* a partir del aparato respiratorio tiene una importancia cuestionable porque estos microorganismos están ampliamente distribuidos en la naturaleza. Algunos de los actinomicetos tienden a crecer como una microcolonia en los tejidos, lo que genera la formación de gránulos. Con mayor frecuencia estos gránulos se forman en actinomicetomas como los causados por especies de *Nocardia sp*, *Streptomyces sp*, *Nocardiosis sp* y *Actinomyces sp*. Por consiguiente, el material obtenido de los trayectos fistulosos es una muestra excelente para el examen directo y el cultivo⁹.

6.2 Métodos de detección directa

El examen microscópico directo de frotis de muestras clínicas teñidos con Gram es de suma importancia para el diagnóstico de las infecciones causadas por actinomicetos aerobios. A menudo la demostración de filamentos grampositivos ramificados o en “collar de perlas” parcialmente ramificados proporciona la primera pista acerca de la presencia de un actinomiceto aerobio.

Lamentablemente, los actinomicetos no siempre muestran una morfología tan característica: muchas veces no se ven en absoluto o aparecen como cocos, bacilos o filamentos cortos grampositivos. No obstante, si se observan microorganismos grampositivos, ramificados o parcialmente ramificados, debe realizarse una tinción para ácido-alcohol resistencia modificada (es decir, ácido sulfúrico al 1% en lugar de ácido clorhídrico al 3% como decolorante). El examen histopatológico de muestras de tejido mediante diversas tinciones histológicas, como la metenamina argéntica de Gomori (GMS), también puede detectar la presencia de actinomicetos.

Es importante destacar que debe examinarse toda biopsia o material de drenaje de actinomicetomas en busca de gránulos. Si se observan, los gránulos se lavan en solución fisiológica, se emulsionan en hidróxido de potasio al 10% o se aplastan entre dos portaobjetos, se tiñen con Gram y se examinan en el microscopio para detectar la presencia de filamentos⁹.

6.3 Cultivo

La mayoría de los actinomicetos aerobios no tienen requerimientos complejos para su crecimiento y pueden crecer en los medios de cultivo de rutina del laboratorio, como agar sangre de carnero, agar chocolate, agar glucosado de Sabouraud y agar infusión de cerebro y corazón.

Sin embargo, como muchos de los actinomicetos aerobios crecen con lentitud, pueden ser enmascarados por el desarrollo de otros componentes de la flora normal presentes en muestras contaminadas. Esto es particularmente válido para las nocardias, que requieren un mínimo de 48 a 72 horas de incubación antes de que las colonias se tornen visibles. Debido a su crecimiento lento y a la posibilidad de que sean enmascaradas por el desarrollo de la flora contaminante se han propuesto varios medios de cultivo selectivos para aislar nocardias. Un medio sólido con parafina como única fuente de carbono fue eficaz para aislar especies de *Nocardia* y micobacterias de crecimiento rápido a partir de muestras clínicas contaminadas.

Las especies de *Nocardia sp* también crecen bien en agar glucosado de Sabouraud y en medios de cultivo para hongos que contienen cicloheximida como Mycosel. Si se considera la posibilidad de que haya otros actinomicetos aerobios se recomienda un medio selectivo, como agar infusión de cerebro y corazón con cloranfenicol y cicloheximida, además del agar simple, para mejorar el aislamiento a partir de muestras contaminadas. Aunque la mayoría de los actinomicetos aerobios crecen a 35 °C, pueden lograrse más aislamientos a 30 °C. Por lo tanto, los medios selectivos y no selectivos deben incubarse a 35 °C y a 30 °C. Las placas deben incubarse durante 2 a 3 semanas⁹.

6.4 Métodos de identificación

Si la morfología en la tinción de Gram o la morfología de las colonias sugieren la presencia de un actinomiceto, debe realizarse en primer lugar una tinción para ácido-alcohol resistencia de Ziehl-Neelsen para descartar micobacterias de crecimiento rápido, seguida por una tinción para ácido-alcohol resistencia modificada.

Si los resultados de la tinción para ácido-alcohol resistencia modificada son positivos, es probable que la cepa aislada sea un actinomiceto aerobio parcialmente ácido-alcohol resistente, esto es, *Nocardia sp*, *Rhodococcus sp*, *Tsukamurella sp* o *Gordonia sp*. (Si la tinción es negativa, estos microorganismos todavía no se descartan por completo debido a la variabilidad de la ácido-alcohol resistencia entre los aislamientos pertenecientes a este grupo)⁹.

6.5 Pruebas de sensibilidad a los agentes antimicrobianos y tratamiento

El Clinical and Laboratory Standards Institute (antes National Committee for Clinical and Laboratory Standards) aprobó y publicó las pautas de interpretación para una prueba de sensibilidad estándar que se realiza por microdilución en caldo

de Mueller-Hinton suplementado con cationes. Para probar la sensibilidad de las especies de *Nocardia sp* a los antimicrobianos también se han utilizado otros métodos, entre ellos la difusión con discos modificada, la dilución en agar, la microdilución en caldo, la prueba E y el índice radiométrico de crecimiento⁹.

JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Actualmente el módulo de Microbiología General I, tiene como propósito el desarrollar la habilidad y capacidad del alumno en el manejo e identificación de los microorganismos, pero esto no siempre se cumple en todos los temas de estudio de la asignatura como en el caso de actinomicetos, los cuales se estudian de manera superficial al inicio del semestre esto es debido a la gran cantidad de información que contempla la carta descriptiva.

El conocimiento general en el área de Microbiología cambia muy rápidamente, esto ocasiona que los materiales impresos se vuelvan obsoletos; por esta razón surge la necesidad de elaborar un manual electrónico, procurando que éste sea un recurso de autoformación para el estudiante de la carrera de QFB. La elaboración de dicho libro es importante en el desarrollo profesional de los alumnos de la carrera de QFB, ya sea en el área de la salud o en la investigación; Por estas razones la elaboración de un material bibliográfico de apoyo acerca de los actinomicetos es necesario para complementar y comprender la información dada en clase y así aumentar el nivel académico de los alumnos que cursan el módulo de Microbiología General I. por ello el presente trabajo pretende contener información actualizada e incluir nuevos auxiliares pedagógicos para una mejor comprensión de esta área, manteniendo los aspectos básicos inculcados a los alumnos.

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar y digitalizar el manual que contenga generalidades e importancia médica de los Actinomicetos.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Recopilar información relevante y actualizada sobre los actinomicetos de importancia médica así como su determinación en el laboratorio.
2. Identificar e incorporar esquemas, imágenes y fotografías que ilustren de manera adecuada la información recopilada para la producción del manual de Actinomicetos.
3. Conjuntar la información recopilada así como estructurar el manual de Actinomicetos.
4. Elaborar el manual de actinomicetos.
5. Presentar el manual en un formato digital por medio del programa FlipAlbum.

HIPÓTESIS

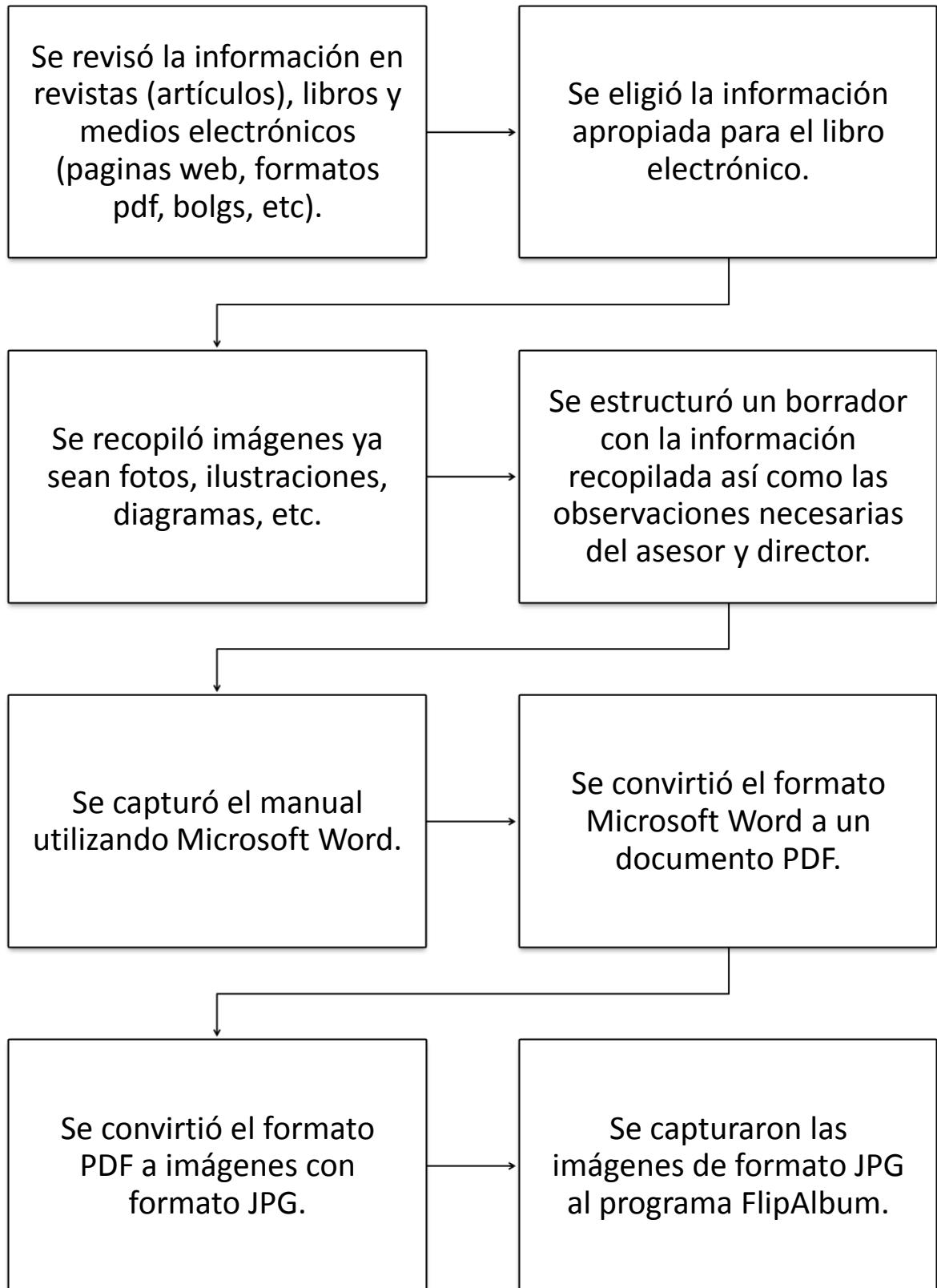
El manual electrónico de actinomicetos, el cual contendrá y explicará claramente las características particulares de estos microorganismos así como su importancia médica, servirá de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de los Q.F.B. de FES Zaragoza ya que se mostrará una alternativa más de desarrollo profesional dentro de esta área.

METODOLOGÍA

1. Se revisó intensa y exhaustivamente la información e imágenes actualizadas que se relacionen con el tema de actinomicetos, en materiales como revistas, libros y medios electrónicos.
2. Se eligió la información más apropiada para ser circunscrita en el libro electrónico dirigido al tema de actinomicetos.
3. Se recopiló imágenes mediante la búsqueda de fotos, ilustraciones, esquemas, diagramas, etc.
4. Se estructuró, con la información recopilada, un borrador del manual de actinomicetos con los siguientes puntos y realizar las observaciones necesarias con la supervisión del director y del asesor.
 - Título
 - Elaboración de una breve introducción que visualice el contenido del libro electrónico.
 - Redacción explícita acerca de las antecedentes históricos de los actinomicetos así como características generales, clasificación e importancia médica en donde se especifica a cada género y especie que provoca patologías con las características siguientes:
 - Breve introducción.
 - Morfología.
 - Patología.
 - Datos clínicos.
 - Pruebas diagnósticas de laboratorio.
 - Tratamiento.
 - Epidemiología.
 - Se transcribió un diagnóstico de laboratorio en general en donde se mencionó incluyeron las técnicas que se realizan así como las muestras que se toman y los medios de cultivo que se utilizan.
 - Se realizó una adición de imágenes por cada página.
 - Se adicionó referencias bibliográficas desde actuales como antiguas.
5. Se capturó el manual de actinomicetos utilizando Microsoft Word.

6. Se realizó la revisión del borrador por parte del director y del asesor del proyecto.
7. Se llevó a cabo la revisión final del manual de actinomicetos y aprobación por parte del asesor y director.
8. Se convirtió el documento de formato de texto en Microsoft Word a un documento en Adobe Acrobat.
9. Se convirtió el documento del formato PDF a imágenes con formato JPG.
10. Se capturaron las imágenes de formato JPG al programa FlipAlbum.

DIAGRAMA DE FLUJO



RESULTADOS

Como resultado de esta tesis se elaboró el manual electrónico titulado Manual Electrónico de Actinomicetos, del cual se muestran las siguientes figuras:

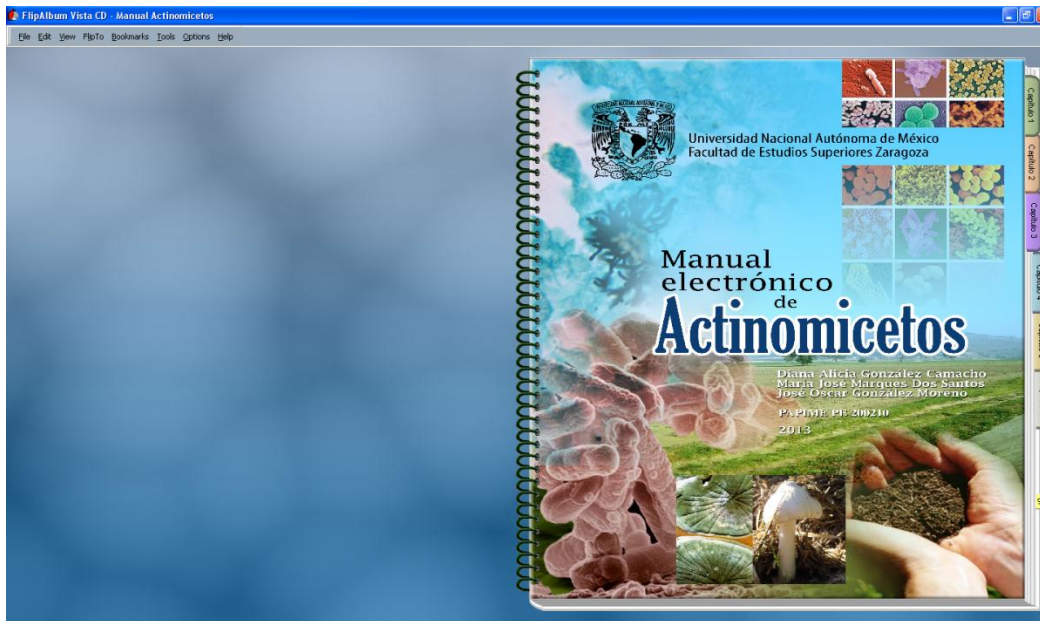


Fig. 5 Portada del Manual

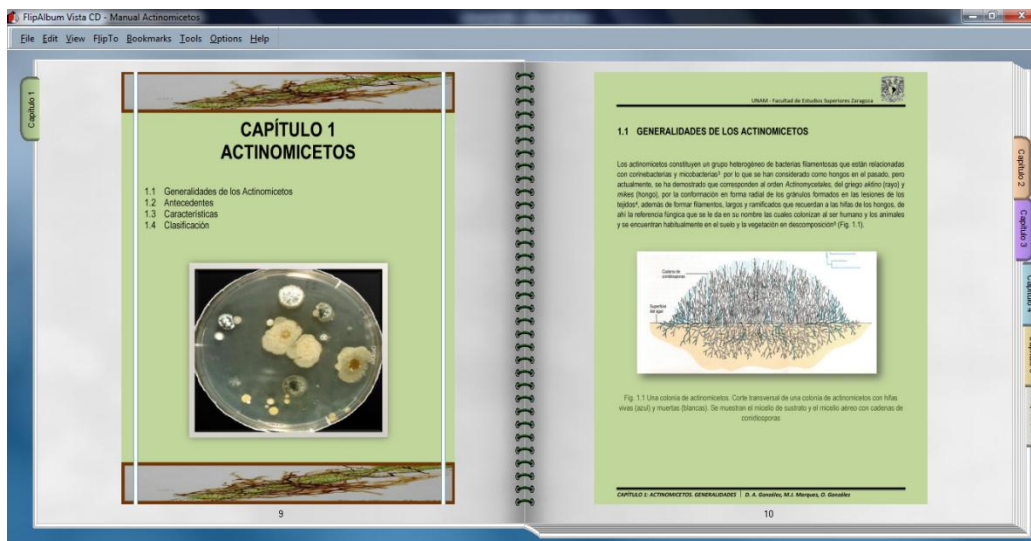


Fig. 6 Capítulo 1 Actinomicetos

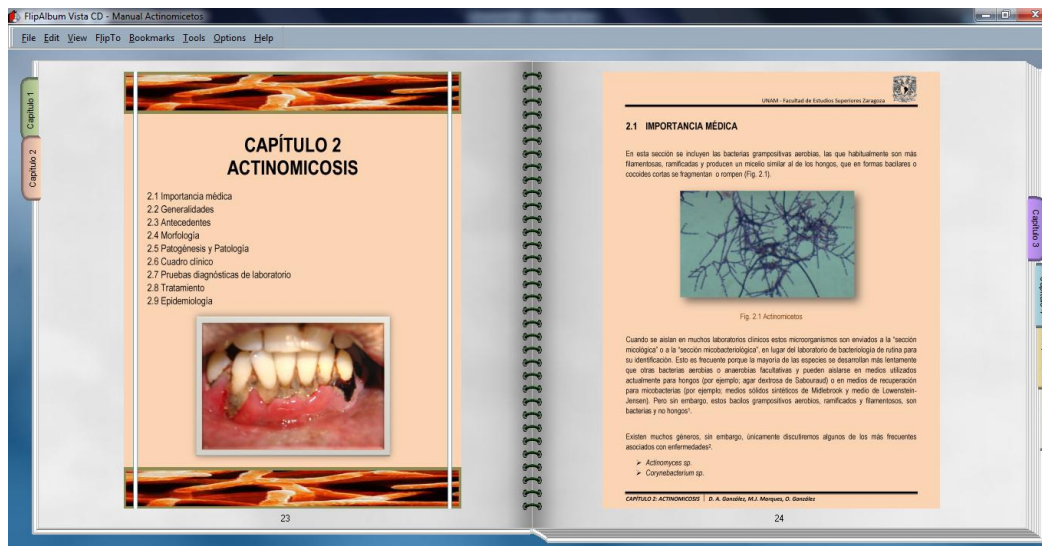


Fig. 7 Capítulo 2 Actinomycosis

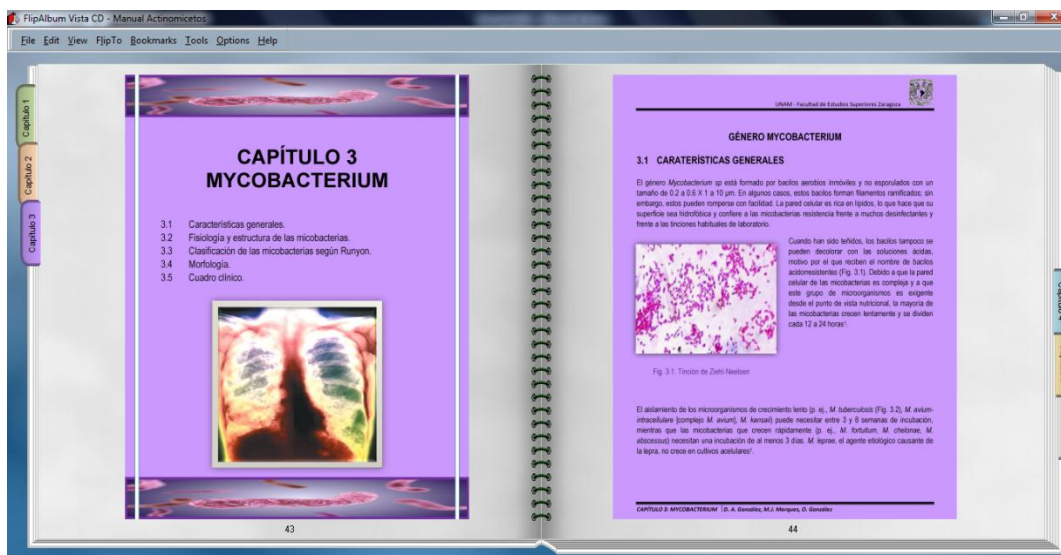


Fig. 8 Capítulo 3 *Mycobacterium*

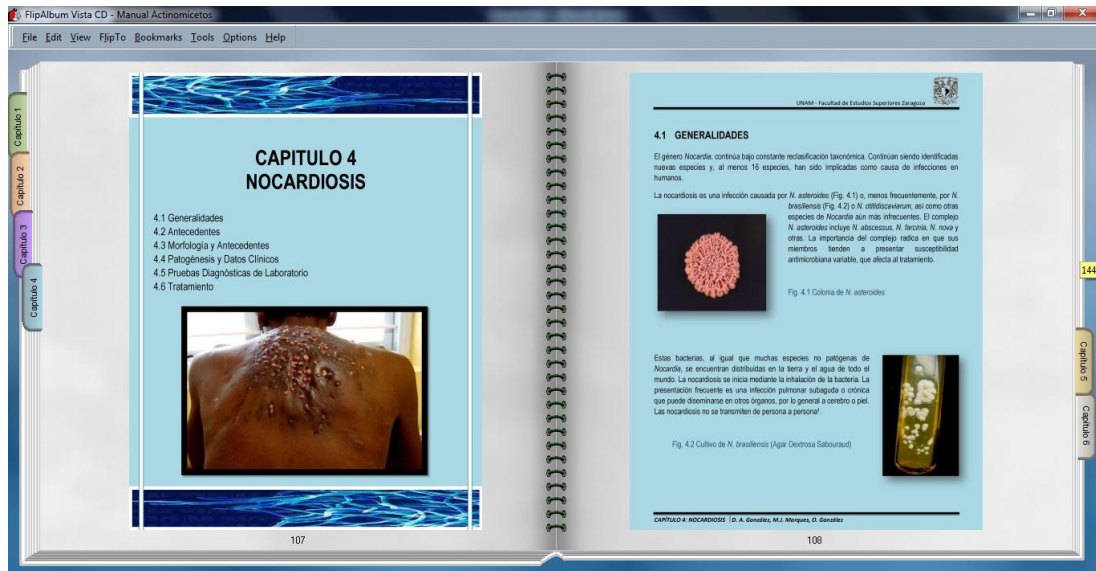


Fig. 9 Capítulo 4 Nocardiosis

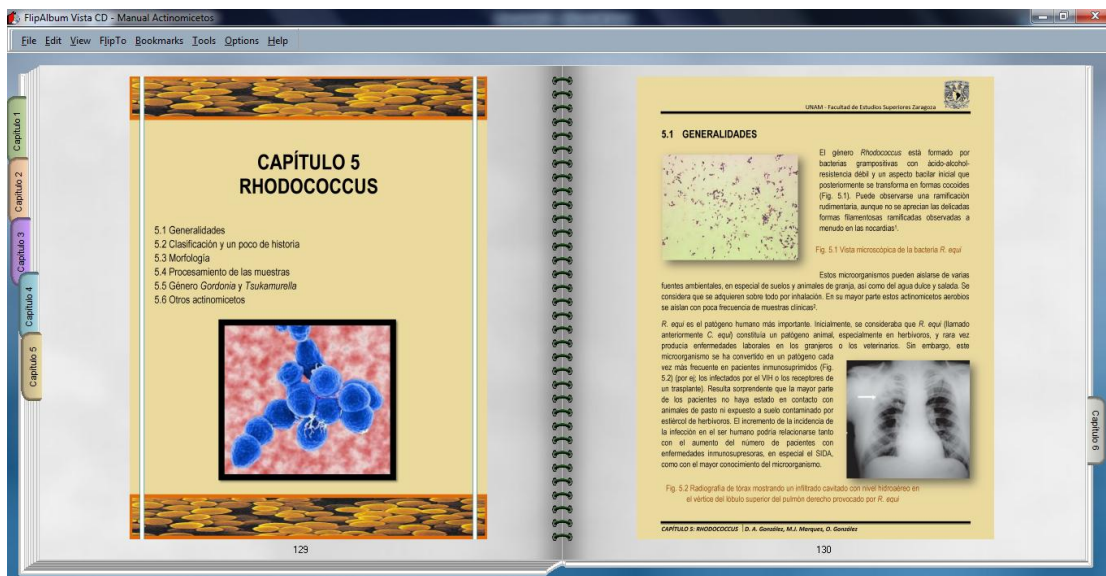


Fig. 10 Capítulo 5 Rhodococcus

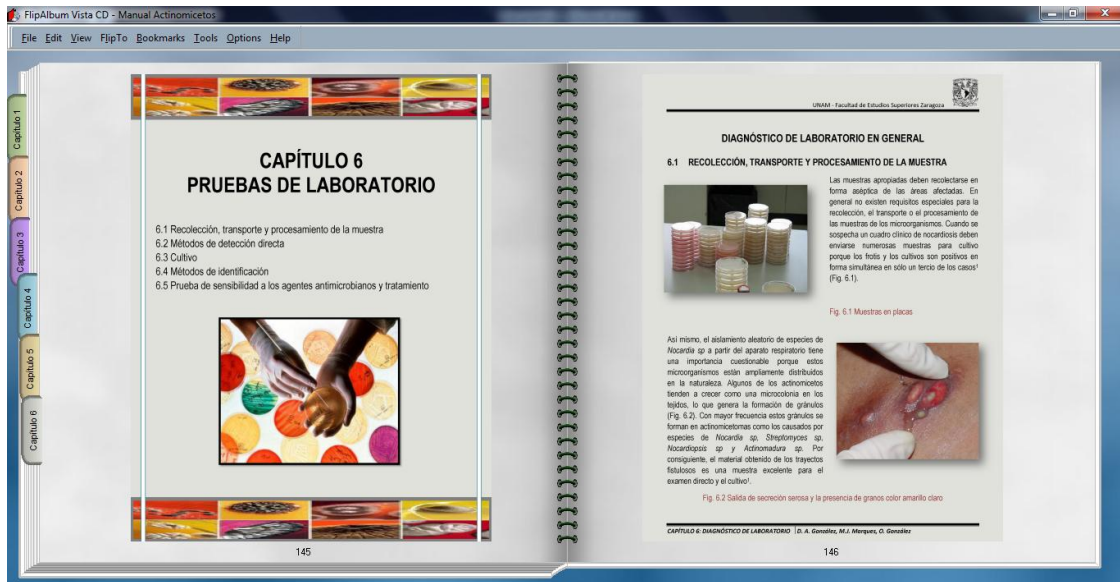


Fig. 11 Capítulo 6 Pruebas de Laboratorio

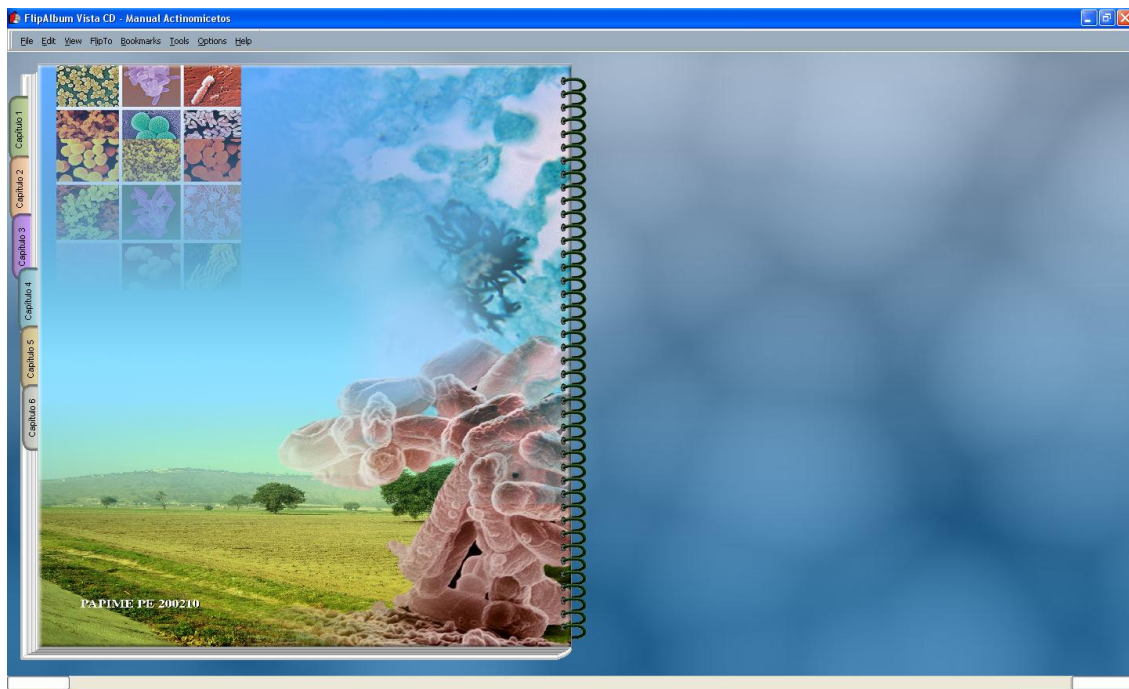


Fig. 12 Contraportada del Manual

En cada capítulo se incluyó información e imágenes que hacen atractiva la consulta de este manual electrónico.

Se anexa el manual electrónico en formato Flip Album.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El libro electrónico consta de 6 capítulos los cuales contienen la información más relevante extraída de fuentes confiables acerca de los actinomicetos patógenos del hombre, cada capítulo contiene las características generales de cada género así como también la patología correspondiente además como se puede ver en cada una de sus páginas se encuentra ilustrado para una mejor comprensión de los temas contenidos en el libro. Las características generales abarcan desde los antecedentes así como también la morfología de cada género para su pronta identificación, además de presentar el cuadro clínico de cada patología así como su diagnóstico en el laboratorio, tratamiento y profilaxis de cada enfermedad. La información fue distribuida de tal manera para un fácil manejo así como una localización pronta del tema. El material se encuentra almacenado en un CD, por lo que es necesario contar con una computadora, pero no puede descartarse la posibilidad de realizar algunas impresiones en el futuro, con el fin de facilitar el acceso a cualquier alumno.

El manual electrónico se elaboró con el fin de que el alumno interesado en el tema conozca y amplíe sus conocimientos acerca de los actinomicetos, tema que se estudia de manera muy breve en el curso de Microbiología General I y el cual es de importancia clínica. La elaboración de estos materiales electrónicos reduce la problemática de los alumnos al encontrarse en la biblioteca con un número insuficiente de libros que contengan información acerca de los actinomicetos además de que varios de estos ejemplares presentan ediciones muy viejas.

Con este libro se pretende apoyar los cursos de Microbiología en el futuro para que así se incremente el nivel académico de los alumnos y sea una herramienta de consulta para los docentes y alumnos de la FES Zaragoza ya que es parte del proyecto PAPIME PE200210, que promueve la creación de materiales didácticos y en particular los libros electrónicos, apegados a los contenidos temáticos del programa y del plan de estudios de la carrera de QFB.

Dentro de la elaboración de libros electrónicos se mencionan algunos enfocados a Bromatología materia de 7° semestre, así como para el área de Microbiología, entre ellos se tiene: Fisiología y Metabolismo de los nutrientes, un libro electrónico para el apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Bromatología (2009)²³, Material multimedia de apoyo al aprendizaje del tema: los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología (2009)²⁴, Alimentos y sus constituyentes (2011)²⁵, Manual de prácticas para determinar los aspectos fisiológicos del estrés laboral (2011)²⁶, Microorganismos de interés entomopatígeno como alternativa bioinsecticida (2011)²⁷, Micología Microbiología General II (2011)²⁸, Parasitología (2012)²⁹, Manual de prácticas Microbiología General II (2012)³⁰, Atlas electrónico de hongos contaminantes (2012)³¹, Virología Microbiología General II (2012)³². Con este libro se estaría cumpliendo con parte del contenido temático de Microbiología.

CONCLUSIÓN

Se recopiló toda la información necesaria para la elaboración de este manual electrónico, así como también se manejó los puntos necesarios para que este material sirva como apoyo en la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Microbiología, además de contar con un formato atractivo el cual garantiza un interés práctico en este material despertando así la curiosidad de los alumnos para consultarlos.

REFERENCIAS

1. Carrillo L. Capitulo 1. Microbiología agrícola. [en línea]; 2003 [consultado: 26 Noviembre 2011]. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap1.pdf>
2. Wikipedia [en línea]. 213.139.10.189; 23 noviembre 2011 [consultado: 26 Noviembre 2011]. Libro electrónico. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Libro_electr%C3%B3nico
3. Jawetz E, Melnick J, Adelberg E. Microbiología médica. México: El Manual Moderno; 1996. p. 681-89.
4. Romero C. Microbiología y parasitología humana. Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias. 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2007. p. 1003-5.
5. Murray P, Rosenthal K, Pfaller M. Microbiología médica. Barcelona: Elsevier; 2008. p. 297-9
6. Tortora, Funke, Case. Introducción a la microbiología. 9ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007. p. 334
7. Ingraham J, Ingraham C, Prentiss H. Introducción a la microbiología. Madrid: Reverté; 1998. p. 708-9
8. García J, Picazo J. Microbiología médica general. Madrid: Harcourt Brace; 1998. p. 355-7.
9. Braude A. Microbiología clínica. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1984. p. 508-9.
10. Joklik W, Willett H, Amos B, Wilfert C. Zinsser Microbiología. 20ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1995. p. 722-34.
11. Bailey y Scott, Forbes, Sahm, Weissfeld. Diagnóstico microbiológico. 12ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007. p. 311
12. Freeman B. Microbiología de Burrows. 22ª ed. México: Interamericana-McGraw-Hill; 1986. p. 1002.

13. Boone D, Castenholz R, Garrity G. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2^a ed. New York: Springer-Verlag; 2001.
14. Serrano J, Sandoval A. *Identificación y diagnóstico de actinomicetales patógenos*. Mérida: Publicaciones del Vicerrectorado Académico Universidad de los Andes; 2005.
15. Brooks G, Carroll K, Butel J, Morse S. *Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg*. 19^a ed. México: El Manual Moderno; 2008. p. 229-32.
16. Myruik Q, Weiser R. *Bacteriología y micología medicas*. México: McGraw-Hill; 1991. p. 584-97.
17. Tay J. *Microbiología y parasitología médicas*. 2^a ed. México: Méndez Editores; 1993. p. 4.129-35.
18. Ausina V, Moreno S. *Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y Microbiología Clínica*. Madrid: Médica Panamericana; 2006. p. 495-515.
19. Koneman E, Allen S, Janda W. *Diagnóstico microbiológico. Texto y atlas de color*. 5^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1999.
20. Forbes, Sahm, Weissfeld. *Bailey y Scott Diagnóstico Microbiológico*. 12^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2007. p. 313
21. García B. *Rhodococcus equi: Aspectos Microbiológicos y clínicos*. Control, Calidad, CEIMC; Servicio de Microbiología. Hospital Universitario de Getafe. Madrid. p. 2-3
22. Vélez A. H, Rojas M. W, Borrero R. J, Restrepo M. J. *Fundamentos de Medicina Enfermedades Infecciosas*. 6^a ed. Bogotá: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2003. p. 426.
23. Gutiérrez OK, Corvera PV, Marques DM. *Fisiología y metabolismo de los nutrientes, un libro electrónico para el apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Bromatología [CD-ROM]*. UNAM-FES Zaragoza; 2009.

24. Reyes CP, Marques DM, Sánchez RM. Material multimedia de apoyo al aprendizaje del tema: los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2009.
25. Orduña GD, Marques DM, Corvera PV. Alimentos y sus constituyentes [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2011.
26. Marroquín SR, Marques DM, Mora GJ, Flores CY, Flores PM, Calvillo ER, Hernández AV, Palestino EF. Manual de prácticas para determinar los aspectos fisiológicos del estrés laboral [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2011.
27. Quenel BS, González MJ, Marques DM. Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida [CD-ROM]: UNAM-FES Zaragoza; 2011.
28. Moreno MM, Marques DM, Mora GJ, Flores CY. Micología-Microbiología General II [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2011.
29. Hernández LG, Mora GJ, Marques DM, Flores CY. Parasitología [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2012.
30. Salgado AP, Mora GJ, Marques DM, Flores CY. Manual de prácticas; Microbiología General II [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2012.
31. Ocampo OL, Marques DM, Mora GJ. Atlas electrónico de hongos contaminantes [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2012
32. Aviles GA, Mora GJ, Marques DS, Flores CY. Virología-Microbiología General II [CD-ROM]. UNAM-FES Zaragoza; 2012.

REFERENCIAS DE IMÁGENES

1. Wikipedia [en línea]. 213.139.10.189; 23 noviembre 2011 [consultado: 26 Noviembre 2011]. Libro electrónico. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Libro_electr%C3%B3nico
2. CORL 1941-2010 Otitis media crónica a germen poco frecuente [en línea]. Dr. Guillermo di Carlo, Dra. F. Arcieri, Dra. M. Ledesma. Servicio de Otorrinolaringología del Hospital B. Rivadavia: 2010; [consultado: 8 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.cluborl.org.ar/revista/marzo2001/dicarlo.htm>
3. Diferenciación en eubacterias: actinomicetos. [en línea]. 9 Mayo 2007; [consultado: 26 Noviembre 2011]. Disponible en: <http://cicshare.dep.usal.es/avelino/Diferenciacion/7%20Actinomicetos.pdf>
4. Infecciones por Micobacterias [en línea]. Iván Álvarez Navia: Octubre 2008; [consultado: 14 Octubre 2012]. Disponible en: http://ocw.usal.es/ciencias-biosanitarias/laboratorio-clinico-de-microbiologia/contenidos/pdfs/TEMA_8_1_parte.pdf