

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROBIOLOGÍA DEL CEPARIO DEL  
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL**

LEIDY CAROLINA CIFUENTES RODRIGUEZ, COD: 2008210011  
INGRID MAGERLY QUISPE ESPEJO, COD: 2008210043

SILVIA GÓMEZ DAZA M.Sc

**DIRECTORA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BIOTECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

BOGOTÁ D.C

2014

1

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Jurado 1**

---

**Jurado 2**

Bogotá D.C. Julio de 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo que hemos desarrollado, no ha sido más que fruto de grandes esfuerzos, y sacrificios, momentos difíciles que hemos sabido sobrellevar gracias al apoyo de nuestras familias, de nuestros padres que han estado ahí al pendiente día a día y en cada paso y tropiezo dándonos ánimos para no decaer ante la primera dificultad, a todos nuestros profesores durante nuestro paso por la Universidad Pedagógica Nacional que gracias a su paciencia, a sus saberes otorgados, hoy podemos ver un futuro mejor en nuestras vidas, gracias especialmente a nuestra directora de tesis Silvia Gómez Daza, que nos ha acompañado e instruido durante la realización de este trabajo. Y finalmente un enorme agradecimiento a la doctora y profesora Lola Constanza Melo por permitirnos ser parte de la línea de investigación en biotecnología y educación, y por ser un ejemplo a seguir como futuras docentes de Licenciatura en Biología.

## RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO (RAE)

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional
Autor(es)	Cifuentes Rodríguez Leidy Carolina, Quispe Espejo Ingrid Magerly
Director	Gómez Daza Silvia
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. 2004, 76 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	Aislamientos, bacterias, microhongos, medios de cultivo, manuales, protocolos.

2. Descripción
Trabajo realizado en la Universidad Pedagógica Nacional, en el cual se logró recopilar la información encontrada en diferentes fuentes como: libros, páginas web, manuales y tesis desarrolladas por los estudiantes de la línea de investigación en biotecnología y educación, con el fin de elaborar un Manual sobre Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.

3. Fuentes
Aquihuatl, M. & Pérez, M. (2004). Manual de Prácticas de Laboratorio de Microbiología General: México.
Cuervo, R. (2010) Manual de protocolos de microbiología general. Universidad de San Buenaventura. Edit. Bonaventuriana. Cali- Colombia.
Doctor fungus (2007) "The Official Website off the Mycoses Study Group" <a href="http://www.doctorfungus.org/">http://www.doctorfungus.org/</a> (accesado 17 de marzo del 2014)
Madigan, T., Martinko, J Parker, gJ (2004) Brock Biología de los microorganismos. Diversidad procariota: bacteria, Décima edición: España : Pearson.
Winn, Allen, Jando, Koneman, Procop, Schreckenberger & Woods (2008) Koneman. Diagnóstico microbiológico, texto y atlas en color. Argentina: Panamericana.
Universidad Complutense de Madrid (2008) Guía de prácticas en microbiología. España.

Valencia, H (2010) Manual de prácticas de microbiología de suelo.

Escobar, L (2012) Aislamiento e identificación de microhongos del suelo del bosque de niebla de la merced para la colección de cepas del laboratorio de microbiología de la Universidad Pedagógica Nacional. (Tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

García, J & León, A. Aislamiento e identificación de hongos endófitos asociados a las hojas de *Solanum tuberosum* (Solanales) (Tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional.

Pozo (1996) La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hacen en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología revista Enseñanza de las Ciencias.

#### 4. Contenidos

En esta investigación se recopiló la información distribuida en diferentes fuentes (manuales, trabajos de grado, páginas web, libros) utilizando una metodología de investigación documental que permitió la organización y sistematización de la información.

El presente trabajo de grado consta de 11 elementos, en primer lugar se encuentra en desarrollo el planteamiento del problema, el cual menciona aspectos importantes, que dieron origen al mismo, en segundo lugar se establecen los diferentes objetivos que se quieren alcanzar, en tercer y cuarto lugar se encuentran la justificación y los antecedentes del trabajo, en donde se hace explícita la importancia y pertinencia del mismo y se presentan las distintas fuentes bibliográficas usadas. En quinto lugar se encuentra el marco referencial, allí se mencionan los fundamentos disciplinares y pedagógicos en que se fundamenta el desarrollo del manual titulado “Manual de Aislamientos de Géneros de Bacterias y Hongos Pertenecientes al Cepario de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional”. En Sexto lugar se halla lo correspondiente al diseño metodológico que comprende dos fases, la primera corresponde a la investigación y revisión documental, y la segunda al diseño y estructuración del material; en séptimo lugar, se presentan resultados y análisis del trabajo, así como las implicaciones de éste en nuestra formación como futuras profesoras de biología; posteriormente en octavo, noveno y décimo lugar, se ubican las conclusiones, recomendaciones y bibliografía, respectivamente. Por último se encuentran referentes bibliográficos y los anexos en donde se incluye el manual, producto de este trabajo. Éste se encuentra distribuido en dos secciones, la primera de ellas es teórica, en donde se hallan algunas generalidades de los géneros de bacterias y hongos presentando algunas características como: descripciones macroscópicas y microscópicas, hábitat, importancia ecológica y/o biotecnológica; apoyadas de una tabla

taxonómica para cada uno de los géneros. Además algunas técnicas básicas para el desarrollo de prácticas de laboratorio (tinciones, asepsia, desinfección, etc.) y normas de bioseguridad. En la segunda sección se ubican los protocolos sobre aislamientos de bacterias y microhongos los cuales presentan una introducción, lista de materiales y procedimientos paso a paso, acompañados de una imagen explicativa.

## 5. Metodología

La investigación en la cual se basó el presente trabajo es definida como investigación documental de tipo informativa según Montemayor, M; García, M; Garza, Y. (2002); y responde a un paradigma estructuralista de enfoque epistemológico cualitativo. Éste escrito es básicamente una panorámica acerca de la información relevante de diversas fuentes confiables sobre un tema específico.

Para el desarrollo del trabajo se recopiló información acerca de generalidades de los géneros de bacterias y microhongos, técnicas básicas para el desarrollo de prácticas de laboratorio, normas de bioseguridad y protocolos de aislamiento de los géneros presentes en el laboratorio, los cuales se encuentran en diferentes fuentes como páginas web, libro, manuales y trabajos de grado desarrollados por estudiantes de la línea de investigación biotecnología y educación a partir del año 2000, Posteriormente la información hallada fue organizada en un manual que contiene dos secciones: marco teórico y protocolos.

## 6. Conclusiones

- Como producto final el Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional permitió recopilar información encontrada en libros de microbiología, páginas web, manuales y trabajos de grado desarrolladas por los estudiantes de la línea de investigación en biotecnología y educación obteniendo un documento con información relevante respecto a las prácticas de laboratorio y de fácil acceso a las personas interesadas en el trabajo con microorganismos.
- El manual es una herramienta útil que podría incentivar al trabajo práctico y autónomo en personas interesadas en trabajar con microorganismos, permitiendo con ello un aprendizaje de habilidades científicas, sociales, verbales y de procedimientos.
- Se estructuró un compilado que facilitará reconocer generalidades sobre bacterias y microhongos, requisitos de bioseguridad, técnicas básicas de laboratorio y protocolos de aislamiento necesarios para el trabajo en microbiología en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

- El manual cuenta con 24 protocolos de aislamiento de microhongos y bacterias a partir de diferentes sustratos como suelo, aire, nódulos, agua, plantas, insectos y alimentos.
- A partir de la revisión documental, se identificaron falencias en la forma en cómo se presentan los procedimientos llevados a cabo para el aislamiento de microorganismos por parte de algunos egresados.
- Aportó a nuestro crecimiento personal como futuras docentes en ciencias, puesto que nos permitió desarrollar y/o potencializar habilidades investigativas de carácter científico y pedagógico y fortalecer los conocimientos asociados al trabajo con los microorganismos.

Elaborado por:	CIFUENTES RODRÍGUEZ, Leidy Carolina y QUISPE ESPEJO, Ingrid Magerly
Revisado por:	Gómez Daza Silvia

Fecha de elaboración del Resumen:	09	06	014
-----------------------------------	----	----	-----

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN (RAE).....	4
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABLAS .....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 General.....	16
2.2 Específicos.....	16
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. ANTECEDENTES.....	19
5. MARCO REFERENCIAL.....	23
5.1 Definición del manual.....	23
5.2 Utilidades e intencionalidades de los manuales.....	24
5.3 Criterios para la realización de un manual.....	28
5.4 Generalidades de las bacterias.....	35
5.5 Generalidades de los hongos microscópicos.....	43
5.6 Generalidades de Practicas de laboratorio.....	55
6. METODOLOGÍA.....	57
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	59
8. CONCLUSIONES.....	65
9. RECOMENDACIONES.....	66



BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Morfología de las bacterias.....	35
<b>Figura 2</b> <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	43
<b>Figura 3</b> Metodología de la investigación.....	58
<b>Figura 4</b> Aislamiento de Bacterias.....	60
<b>Figura 5</b> Aislamiento de microhongos.....	61
<b>Figura 6</b> Manuales nacionales e internacionales.....	62

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1** Características de los géneros de bacterias pertenecientes al cepario de la Universidad Pedagógica Nacional..... 37

**Tabla 2.** Características de los géneros de hongos pertenecientes al cepario de la Universidad Pedagógica Nacional..... 44

## INTRODUCCIÓN

Los manuales de laboratorio son una guía sobre los procedimientos prácticos que se pueden realizar en un laboratorio, sirviendo de apoyo y aplicación al curso teórico, contiene entonces aplicación de teoría, procedimientos y un manejo adecuado de equipos técnicos; y podrían utilizarse en un determinado proceso de aprendizaje y formación, siendo entonces un medio útil para la enseñanza con altas implicaciones pedagógicas y sociales, cuando está integrado de manera sistemática a un proceso de enseñanza y aprendizaje. Éstos se dividen en dos categorías según sus fines, como obras de consulta y referencia o como obras de progresión sistemática. Richadeau (citado por Casallas, A. & Rache, L. 2009).

Por lo anterior, el presente trabajo se enfocó en la compilación de información que se encuentra distribuida en diversos trabajos de grado, libros, páginas web, artículos de revistas científicas, etc. sobre generalidades de bacterias y microhongos (características microscópicas, hábitat y potencial biotecnológico), descripción de los diferentes medios de cultivo usados para el aislamiento de dichos microorganismos, información sobre técnicas de tinción, procesos de esterilización y normas de bioseguridad indispensables para el desarrollo de las buenas prácticas de laboratorio en microbiología. Así como los distintos protocolos sobre aislamiento de los microorganismos presentes en el Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional (CDBUPN) desarrollados en antiguos trabajos de grado realizados por estudiantes de la Licenciatura en Biología. Ésto con el fin de que dicha información se encuentre en un mismo documento de manera comprensible y asequible para cualquier persona que se encuentre interesada en el trabajo de laboratorio con bacterias y microhongos, pudiendo facilitar la investigación en microbiología de manera autónoma; permitiendo con ello que se puedan desarrollar y/o potencializar el aprendizaje social (habilidades sociales y conductas científicas), aprendizaje de procedimientos (destrezas en el manejo del instrumental de laboratorio, habilidades cognitivas e investigadoras) y el aprendizaje verbal (aprendizaje literal de información de datos o aprendizaje comprensivo de conceptos) Pozo (1996).

Finalmente el Manual de Prácticas de Laboratorio termina siendo una herramienta asequible a toda persona y de carácter informativo útil, que pueda ser incluida dentro de los sistemas de documentación y de gestión del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ésta propuesta se da en el marco del planeamiento de un trabajo de grado que responde a la intencionalidad de desarrollar una herramienta útil, que pueda ser incluida en los sistemas de documentación y gestión para el desarrollo de las Buenas Prácticas de Laboratorio en el Cepario del Departamento de Biología perteneciente a la Universidad Pedagógica Nacional; considerando que desde los requerimientos básicos solicitados según la norma ISO 15189:2007 “para la acreditación de un laboratorio, se hace necesario dentro de la documentación poseer de registros específicos de los procedimientos de análisis”.

En el caso del Laboratorio de Biotecnología según lo revisado, no existe un documento que recopile: las técnicas básicas para el desarrollo de prácticas en microbiología, las generalidades de las bacterias y microhongos presentes en el cepario, la descripción de los diferentes medios de cultivo usados para el adecuado aislamiento de los microorganismos y normas de bioseguridad necesarias para llevar a cabo trabajos prácticos de laboratorio y finalmente los protocolos de aislamientos para los géneros de bacterias y microhongos del cepario, y que además permita a las personas interesadas en trabajar con microorganismos (estudiantes del semillero educativo, estudiantes que se encuentren en desarrollo de prácticas pedagógicas, estudiantes con prácticas de semestre entre otros), el desarrollo de proyectos relacionados con microbiología de una forma práctica y autónoma.

Desde la experiencia personal de las autoras, se considera que al no haber un manual de prácticas de microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología, las investigaciones por parte de los estudiantes se pueden dificultar, puesto que la información que buscan al respecto está distribuida y en algunos casos es compleja de entender, es decir no es lo suficientemente clara, lo cual podría conllevar a que su interés en el trabajo autónomo con microorganismos disminuya, perdiéndose la oportunidad de desarrollar y/o potencializar habilidades que nacen a partir de los trabajos prácticos.

Además, el trabajo con microorganismos permite abordar muchos conceptos trabajados en biología, pero si se recurre a la teoría, se limitan los métodos de investigación o experimentación evidente para los estudiantes trayendo como consecuencia, una enseñanza basada en referentes teóricos que podrían ser de poco interés para los estudiantes, puesto que no favorece en gran medida el poder relacionar lo aprendido desde la teoría como un proceso real de su ambiente inmediato.

Finalmente se plantea entonces como problema:

¿Cómo la elaboración de un Manual de Prácticas de Microbiología aporta al Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, como apoyo documental al trabajo con bacterias y microhongos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer las prácticas comunes, normas de bioseguridad y los protocolos que son utilizados en el Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.

Describir los grupos de bacterias y microhongos presentes en el Cepario del Departamento de Biología, a partir de referentes teóricos, en razón de sus características macroscópicas y microscópicas e importancia biotecnológica.

Emplear los protocolos de aislamiento de bacterias y microhongos realizados en trabajos de grado adelantados en la Línea de Biotecnología y Educación desde el año 2000 al año 2013, para la elaboración del manual.



## 2. JUSTIFICACIÓN

Un manual de Prácticas de Microbiología puede ser fuente importante de documentación y gestión que sirva al Cepario del Laboratorio de Biotecnología como sustento para los requerimientos básicos para las buenas prácticas de laboratorio considerando lo exigido por la norma ISO 15189:2007

Por otro lado, el laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, es un espacio que cuenta con las herramientas necesarias para llevar a cabo investigaciones con microorganismos. No obstante no existe un manual de prácticas de microbiología que podría permitir llevar a cabo trabajos de una manera autónoma y rápida; y a la vez que pueda desarrollar habilidades cognitivas investigadoras y científicas debido a la implementación de trabajos prácticos.

En este sentido, es valioso el desarrollo de un manual que recopile y recupere información de gran valor e incentive el interés de los docentes en formación hacia el trabajo con microorganismos, siendo éstos, elementos cruciales e imprescindibles en el ejercicio profesional del docente en ciencias; pues ello potencializa su capacidad de abordar temas del área, como los son el metabolismo, división celular, procesos de regulación ecológica, etc.; igualmente desde un enfoque biotecnológico permite desarrollar prácticas enfocadas al trabajo experimental con la aplicación de los microorganismos en el campo industrial.

Además, permite reconocer por parte de los estudiantes de Licenciatura en Biología la importancia de las prácticas de aislamiento como factor indispensable para cualquier trabajo en microbiología, siendo éste el punto de partida para todo trabajo en dicha área. En ese mismo sentido permitirá una mejora respecto al trabajo interdisciplinar, puesto que no solo facilita el trabajo a nivel microbiológico, sino que también aporta a las diferentes disciplinas, ejemplo de ello en el área ambiental, desde el impacto que tienen los microorganismos como un eslabón clave en las redes tróficas; en el área de química desde la participación que tienen

en los ciclos biogeoquímicos, y a nivel social los diferentes usos en incontables sectores como lo son el sector agrícola, pecuario, farmacéutico, etc. Es así que el marco en el que se desarrolla este trabajo permitirá un impacto positivo para el Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional.

Por lo tanto el diseño del manual ofrece información acerca del trabajo con microorganismos y facilitaría la comprensión y abordaje de las técnicas de aislamiento, reforzando el desarrollo de la futura práctica docente y el poder investigativo como herramienta de enseñanza.

Finalmente, el Manual de Prácticas de Laboratorio puede constituir un importante material de apoyo para los estudiantes del departamento y en general para los usuarios del Cepario y en éste mismo sentido ser concebido como una herramienta útil que incentive al trabajo práctico y autónomo de los futuros docentes en ciencias y que además aporte a la mejora y enriquecimiento del cepario con el posible aislamiento e inclusión de otros géneros que puedan ser de gran importancia biotecnológica y sirvan para nuevas investigaciones.

#### 4. ANTECEDENTES

A continuación se presenta una síntesis de los trabajos de grados realizados en la Universidad Pedagógica Nacional y manuales consultados que permitieron la construcción del manual de este trabajo; primero se aborda los trabajos de tesis de grado en relación a aislamientos de bacterias, posteriormente aislamientos de hongos y por último una síntesis de los manuales realizados en Colombia y en otros países como España y México.

Al realizar una revisión documental en relación al aislamiento de bacterias se encontró que Torres, C (2004) realizó un aislamiento y caracterización microscópica bioquímica (SDS-PAGE) y molecular (perfil plasmídico) de cepas nativas de *Bacillus thurigiensis*, a partir de muestras de suelo de 3 zonas montañosas de la sabana de Bogotá (Chuachí, La calera y Guadalupe). En donde se procesó un total de 8 muestras de suelo, obteniendo un total de 74 aislamientos seleccionados. Por otro lado Galindo, S (2009) llevó a cabo la caracterización de la producción del ácido de cuatro cepas de bacterias ácido lácticas del cepario de la Universidad Pedagógica Nacional dentro del cual se realizaron aislamientos de géneros de *Lactobacillus* y *Streptococcus*. Cortez, L. & Bernal, C (2010) realizaron un proyecto que consistía en el aislamiento, caracterización y conservación de bacterias ácido-acéticas a partir de productos fermentados tradicionales con el objetivo de introducir al cepario del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional (CDBUPN) este tipo de cepas. Así mismo se verificó la producción de ácido-acético tanto del género *Acetobacter* como *Gluconobacter* sp, evidenciando que hay una mayor producción en el género *Acetobacter* sp. Pedraza, K. (2010) llevo a cabo el aislamiento, caracterización y conservación de Archeobacterias halófilas y halotolerantes de la laguna de Nemocón como contribución al enriquecimiento de la colección del cepario de la Universidad Pedagógica Nacional. También Cruz, J. & Rodríguez, J (2011) llevaron a cabo el aislamiento, caracterización y conservación de bacterias presentes en terrarios con petróleo crudo, con el objetivo de seleccionar, aislar, conservar y caracterizar bacterias degradadoras de petróleo en suelos presentes

en terrarios mezclados con petróleo crudo. De los 12 morfotipos bacterianos biodegradadores de petróleo se lograron identificar 4 cepas bacterianas las cuales corresponden 2 al género *Bacillus* sp. 1 a *Aeromonas* y 1 a *Staphylococcus*. Por otro lado Espriella, A (2011) realizó el aislamiento y caracterización de bacterias y microhongos a partir de suelo procedente de curtiembres de la cuenca del río Tunjuelo – Bogotá, con el objetivo de identificar y determinar a género las bacterias y microhongos aislados, de las cepas de bacterias se encontraron géneros como: *Bacillus*, *Micrococcus* y *Staphylococcus*. Y finalmente Gonzales, M (2013) realizó el aislamiento de bacterias Halófilas y endófitas de la cathedral de sal de Zipaquirá-Cundinamarca y su relación con la astrobiología.

En relación al aislamiento de hongos, se encontró que Vargas, L (2009) desarrolló un trabajo sobre aislamiento y reconocimiento de levaduras encontradas en *Eucalyptus* sp para su incorporación en el cepario del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional (CDBUPN). Así mismo Espriella, A (2011) realizó el aislamiento y caracterización de bacterias y microhongos a partir de suelo procedente de curtiembres de la cuenca del río Tunjuelo – Bogotá. De los 5 microhongos encontrados se identificaron 3 hasta género: *Drechslera* sp, *Mucor* sp, y *Penicillium* sp Por otro lado Escobar, L. (2012) realizó el aislamiento de microhongos de suelo del bosque de niebla de la Merced para la colección de cepas del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Se aislaron 38 microhongos dentro de los cuales se encontraron cuatro géneros: *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* y *Trichoderma*. Salazar, W. (2012) llevó a cabo un trabajo de identificación de microhongos aislados de suelos de curtiembres de la cuenca del río Tunjuelo de San Benito Bogotá-Colombia.; utilizando dos técnicas: aislamiento por extensión en superficie, en medio de cultivo (PDA) Agar Papa Dextrosa y aislamiento por cultivo líquido. Finalmente se aislaron 19 microhongos de suelos de curtiembres dentro de los cuales se encontraron cuatro géneros: *Penicillium*, *Mucor*, *Geotrichum* y *Trichoderma*. Igualmente García, J. y León, A. (2012) realizaron un aislamiento e identificación de hongos endófitos asociados a las hojas de *Solanum tuberosum* (*Solanaceae*), con el objeto de identificar los

hongos aislados a partir de la observación de sus características macroscópicas y microscópicas; obteniendo como resultado la identificación de 9 géneros: *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Drechslera sp.*, *Eurotium sp.*, *Graphium sp.*, *Nigrospora sp.*, *Sclerotium sp.*, y *Verticillium sp.*

Es importante mencionar que las tesis aquí presentadas fueron importante fuente de consulta, de las cuales se tomaron protocolos de aislamiento y algunas generalidades de los géneros de bacterias y de hongos pertenecientes al cepario de la universidad.

Respecto a manuales se lograron encontrar varios antecedentes tanto nacionales como internacionales, se hallaron elementos netamente técnicos y elementos que contienen un enfoque pedagógico y didáctico. Dentro de los nacionales netamente técnicos se encontró a: Cuervo, R. (2010) de la Universidad de San Buenaventura quién llevó a cabo el desarrollo de un manual de protocolos de microbiología general con el que pretende que estudiantes de ingeniería agroindustrial, y biología trabajen de una forma más práctica en el área de microbiológica y puedan adquirir los conocimientos básicos en las diferentes técnicas de análisis aplicadas en éste campo. Así mismo Perilla, N (2012) elaboró un manual de bioseguridad del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional con el fin de proporcionar al usuario una guía metodológica para llevar a cabo en forma confiable y segura, el desarrollo de prácticas de laboratorio.

Por otro lado respecto a elementos que incluyen un enfoque pedagógico y didáctico se encontró a Valencia, H (2010) quien desarrolló un manual de prácticas de microbiología de suelo con el objetivo de contribuir al estudio de los organismos de suelo y de ecología microbiana. Escobar, L (2012) diseñó un manual sobre aislamientos de microhongos del suelo del bosque de niebla de la Merced para darlo a conocer a la comunidad educativa de la Universidad Pedagógica Nacional como una herramienta didáctica para el aprendizaje de microhongos del suelo. Finalmente Cruz, F (2013) diseñó un manual práctico de laboratorio que permitiera reconocer los conocimientos básicos sobre bacterias y su importancia biotecnológica.

En cuanto antecedentes internacionales se encontró, respecto a elementos netamente técnicos a Aquihuatl, M. & Pérez, M. (2004) pertenecientes a la Universidad Metropolitana de México desarrollaron un manual de prácticas de laboratorio de microbiología general, con el objetivo de dirigir a estudiantes que inician su experiencia en el manejo de microorganismos, este consta de 10 prácticas dentro de las cuales una de ellas se enfoca hacia las técnicas de cultivo y aislamiento de bacterias. También se encontró a Rodríguez, F (2006) quién diseñó un manual de prácticas de microbiología de la Universidad Miguel Hernández de España, en donde presenta las normas de bioseguridad para el manejo en el laboratorio, medios de cultivo y técnicas básicas de microbiología. Por otro lado se encontró a la Universidad Complutense de Madrid (2008) quién desarrolló una guía de prácticas en microbiología que pretende recopilar algunos protocolos y técnicas realizadas en éste campo. Así mismo Sepúlveda, Barragán, Matsumoto, Ramírez & Salazar (2012) quienes diseñaron un manual de prácticas de laboratorio de microbiología general, con el objetivo de aclarar temas relacionados con los procedimientos y técnicas.

Por otro lado dentro de los elementos que incluyen un enfoque pedagógico y didáctico se encontró a Santana, L. (2011) perteneciente a la Universidad Autónoma de ciudad Juárez, quién desarrolló un manual de prácticas de microbiología industrial cuyo objetivo principal es fomentar el desarrollo de habilidades y aptitudes en los estudiantes en relación al aislamiento e identificación de algunos microorganismos. Igualmente Cruz, G (2012) desarrollo un manual de prácticas de laboratorio de bacteriología y micología para la escuela de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad autónoma Benito Suarez, con el objetivo de fortalecer el conocimiento teórico de los estudiantes en el área de la bacteriología.

Finalmente se puede decir que dichos antecedentes, cada uno desde su desarrollo, permitieron recopilar información para la construcción del presente trabajo.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 DEFINICIONES DE LOS MANUALES

Hoy en día existen varias definiciones de manual, dentro de las cuales encontramos a Gómez, V. (2010) que define un manual de laboratorio como una orientación escrita, una guía sobre los procedimientos prácticos que el estudiante debe realizar en un laboratorio, sirviendo de apoyo y aplicación al curso teórico; el manual contiene entonces aplicación de teoría, procedimientos y un manejo adecuado de equipos técnicos, que permiten el acercamiento a procesos de tipo industrial.

Berdugo (citado por Escobar, 2012) concibe los manuales como materiales impresos aplicables a la educación y a diversos campos, que permiten la interacción del lector con el instrumento y la temática, cuya utilidad se supone desde el mismo, de la forma en que realmente se le da uso, cada sujeto según su posición es quien da la pertinencia que considere adecuada. En este caso se reconoce un manual como un material impreso que sirve como una herramienta de introducción al manejo de experimentos y procesos básicos en microbiología, un instrumento que apoya el proceso de enseñanza aprendizaje y facilita las prácticas de laboratorio, con explicaciones específicas y detalladas en relación a la dirección de los diferentes procedimientos en los protocolos a desarrollar.

Por otro lado Richaudeau (citado por Casallas, A. & Rache, L. 2009) define manual como un material impreso, estructurado, destinado a utilizarse en un determinado proceso de aprendizaje y formación, siendo entonces un medio útil para la enseñanza y con altas implicaciones pedagógicas y sociales. (...) Este debe estar integrado de manera sistemática a un proceso de enseñanza y aprendizaje. (...) Los manuales, pueden dividirse en dos categorías según sus fines, estas son, las obras que presentan una progresión sistemática y las obras de consulta y referencia. Las primeras proponen un orden para el aprendizaje respecto al contenido, tanto en lo que se refiere en la organización general, como en lo concerniente a la organización de la enseñanza (presentación de la

información), un ejemplo de esto son los manuales propiamente dichos o los textos programados. Es así que se puede entender como guía de trabajo y apoyo práctico tanto para el docente y el estudiante de microbiología. Y las segundas ofrecen un conjunto de informaciones a las que es posible referirse en caso de necesidad, pero que no implican en si organización alguna del aprendizaje.

Respecto a lo anterior es importante aclarar que ambas categorías deben responder a ciertos criterios de exigencia en su elaboración. En primer lugar deben contener un valor de la información, el cual hace referencia a la cantidad, a la elección y al valor científico. En segundo lugar, dicha información debe tener un nivel óptimo de adaptación al ambiente y a la situación cultural e ideológica. En tercer lugar debe existir disponibilidad de la misma (legibilidad del material y legibilidad lingüística). Y en cuarto lugar la información debe constar de coherencia pedagógica y general con los modelos preconizados por las autoridades escolares y los profesores, teniendo en cuenta tanto el nivel de los alumnos como el de los maestros.

## **5.2 UTILIDADES E INTENCIONALIDADES DE LOS MANUALES**

Según Berdugo (citado por Escobar, 2012), los manuales son utilizados en distintos campos académicos, económicos y sociales; por lo cual deben tener un diseño que sea sugestivo y motivador para el lector y así promover diferentes procesos de aprendizaje; igualmente dependiendo de éste, maestro o estudiante tendrán un objetivo diferente; para los maestros es una herramienta que puede ser utilizada para la explicación, comparación y precisión de contenidos; y para el estudiante a partir de los contenidos presentados puede reflexionar, ampliar, verificar y adquirir una visión más completa de las temáticas; además se promueve la investigación a partir de sus intereses centrales y puede estar en contacto con la información actual apropiando conocimientos y técnicas que sean de su interés.

Ningún material impreso es suficiente por si solo ya que estos cumplen funciones de apoyo en el interminable transcurso de comunicación de las diversas fases del



proceso de enseñanza y aprendizaje. Desde este punto de vista estos instrumentos impresos dependen del grupo a aplicar, del educador y su capacidad para la implementación y manejo de la temática abordada en esta, logrando así un buen proceso de retroalimentación y el cumplimiento del objetivo planteado por dicha comunidad. Este tipo de materiales pueden ser utilizados tanto en un salón de clases como también fuera de ella, debido a la accesibilidad y al flujo de la información estos pueden adaptarse a una amplia variedad de enfoques y objetivos de enseñanza (Jiménez, 2010).

Márquez (citado por Casallas, A. & Rache, L. 2009) afirma que los manuales están destinados al apoyo de contenidos o temáticas específicas, lo cual permite que los estudiantes o las personas que usen dicho material pueden formar un criterio propicio de lo aprendido. Además de ello afirma que la función de dichos manuales en el proceso de enseñanza aprendizaje es la de proporcionar información que instruya y guíe el aprendizaje de los estudiantes; e igualmente permita organizar, relacionar, crear y aplicar nuevos conocimientos, así como ejercitar habilidades y destrezas que se adquieren y/o potencializan desde el trabajo práctico. Siendo éste uno de los métodos más eficaces a la hora de enseñar.

Según Hodson (citado por Ortiz, 2009) *“la práctica de la ciencia da lugar a tres tipos de aprendizaje: primero, la comprensión conceptual intensificada de cualquier tema estudiado o investigado; segundo, el aumento del conocimiento relativo al procedimiento: aprender más acerca de las relaciones entre la observación, el experimento y la teoría (naturalmente, siempre y cuando se cuente con el tiempo suficiente para la reflexión); tercero, el aumento de la habilidad investigadora que puede llegar a convertirse en maestría”* Es por esto que se resalta la importancia del aprendizaje a partir de la investigación y de la experiencia directa del sujeto-objeto, permitiendo con ello la adquisición del conocimiento desde el análisis conceptual que implica el objeto, Para el autor existen una serie de interrogantes asociados a la implementación de los trabajo prácticos ¿El trabajo de laboratorio ayuda a los alumnos a comprender mejor los

conceptos científicos? ó ¿Hay otros métodos más eficaces para conseguirlo?, a lo que el mismo responde cuando dice que “*la práctica de la ciencia es el único medio de aprender a hacer ciencia y de experimentar la ciencia como un acto de investigación*” ratificando así la importancia de la experimentación en el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, Pozo (1996) menciona que los estudiantes por medio de los trabajos prácticos, obtienen un aprendizaje social (habilidades sociales y conductas científicas), aprendizaje de procedimientos (destreza en el manejo de instrumental de laboratorio, habilidades cognitivas e investigadoras) y aprendizaje verbal (aprendizaje literal de información de datos o aprendizaje comprensivo de conceptos). Además Valverde, J; Jiménez, L & Viza, A. (2006) proponen seis niveles de abertura para las actividades prácticas del laboratorio; Los tres primeros objetivos educativos son conocidos como procesos cognitivos de bajo orden dentro de los que se incluyen conocimiento, comprensión y aplicación y otros llamados procesos cognitivos de alto orden dentro de los cuales se encuentra el análisis, síntesis y evaluación. El grado de abertura o nivel de descubrimiento se basa en la proporción en la que el docente facilita los problemas, las maneras y medios para afrontarlos y las respuestas a determinados interrogantes. En este mismo sentido Shiland (citado por Valverde, J; Jiménez, L & Viza, A. 2006) considera que es necesario incrementar la actividad cognitiva en los estudiantes durante las prácticas de laboratorio y a su vez potenciar el desarrollo de procesos cognitivos que requieran una mayor complejidad. Consiste entonces en hacer que los estudiantes realicen los procedimientos llevados a cabo durante las prácticas en el laboratorio o por el contrario reducir la cantidad de información presentada por el docente durante la realización de las mismas; es decir el docente debe dirigir el trabajo del laboratorio con un apoyo a los procesos de aprendizaje en los estudiantes haciendo referencia a las actividades prácticas con niveles bajos de abertura, pues éstas requieren procesos de bajo orden que suelen ser de tipo expositivo, es así que el docente dirige el trabajo del laboratorio de los estudiantes y estos solo tiene que repetir cada una de las instrucciones aportadas por el. Por

ende el hecho de reducir esta información hace aumentar el nivel de abertura de la actividad práctica.

A su vez Meinardi, E (2005) *concibe las prácticas de laboratorio a partir de la experiencia docente como un medio para obtener información /datos sobre hechos de los que más tarde se extraerán las conclusiones, planteando que para esto se debe crear situaciones en que los estudiantes resuelvan problemas, participen de actividades diseñadas que los enfrenten utilizando estrategias científicas.* Permitiendo con ello que se fortalezcan habilidades como el planteamiento de hipótesis, análisis científico y manejo de instrumentos del laboratorio. Es aquí que cabe mencionar a Flores, J., Caballero, M. & Moreira, M. (2009) cuando mencionan que *“el laboratorio brinda una oportunidad para integrar aspectos conceptuales, procedimentales y epistemológicos dentro de enfoques alternativos, que pueden permitir el aprendizaje de los estudiantes con una visión constructivista a través de métodos que implican la resolución de problemas, los cuales le brindan la experiencia de involucrarse con los procesos de la ciencia”,* facilitando así el desarrollo cognitivo del estudiante respecto al trabajo en microbiología y en general en todo trabajo científico. Y finalmente Rozo, J. (2011) afirma que un trabajo practico requiere de orientación para poder permitirle al estudiante la construcción del conocimiento propio.

En relación a los manuales como materiales educativos, Richadeau (1981) postula que pueden realizar diferentes funciones tales como: una función informativa que permite dar a conocer algún tema en específico, una función de organización y estructuración del aprendizaje, que propone cierto tipo de desglose y de avance para la elaboración de conocimientos, teniendo en cuenta ejemplos e imágenes ya sea como ilustración de una exposición anterior o como punto de partida para la observación y el análisis. Y una función de orientación (puesto que un manual escolar no puede ser en sí mismo un fin), guía al niño y al adulto en su aprehensión del mundo exterior, en la elaboración de conocimientos que podrá adquirir por caminos distintos de los de la institución educativa y en el dominio de su propia experiencia; es así que la formulación y elaboración del manual permite

integrar las experiencias propias del sujeto y originar una actividad libre y creadora.

Por otra parte, según la finalidad ya sea como un instrumento de progresión sistemática o de una obra de referencia, un manual se puede analizar desde tres puntos de vista: uno científico, en el que el manual no solo ofrece determinados conocimientos sino también toda una ideología de conocimiento (una concepción de la importancia relativa de las ciencias y de las técnicas). Uno pedagógico en donde el manual refleja una concepción de la comunicación entre el adulto y el niño, la idea que se tiene de un cierto tipo de aprendizaje (respectivo o autónomo). Y otro institucional donde el manual se relaciona con el sistema escolar, con la distinción entre las diversas disciplinas, y con el programa asignado a cada una de ellas. Además, refleja el tipo de jerarquización propio del sistema educativo, el grado de autonomía concedido al maestro en el desempeño de las actividades escolares. En cualquier caso, conviene prestar atención a estas tres funciones y darse cuenta de que si no se oponen necesariamente unas a otras, tampoco implican coherencia interna. (Richaudeau (citado por Casallas, A. & Rache, L. 2009))

### **5.3 CRITERIOS PARA LA REALIZACION DE UN MANUAL**

Para la realización de un manual existen ciertos procedimientos y criterios que se deben tener en cuenta; según Berdugo, (citado por Escobar, 2012), se puede manejar de dos maneras: siguiendo una metodología simplificada basada en la experiencia docente o la metodología como se elaboran los trabajos científicos, que piensa en el contenido, el estilo y la formación del manual, teniendo en cuenta el lenguaje y las imágenes que acompañaran al texto que irá en el manual, de acuerdo con la población y el lugar a donde se va a dirigir este material se debe pensar en la coherencia que debe existir y la manera en que estas imágenes, gráficos, y diagramas pueden resultar un apoyo con el contenido. Desde un punto de vista pedagógico, los manuales se organizan según un cierto número de dimensiones que determinan algunas de sus características y por consiguiente

condicionan su forma de producción. Es así como un manual puede ser concebido, como un instrumento de trabajo construido esencialmente en función del alumno, o bien en función del maestro. La elección entre una y otra perspectiva determinará la naturaleza del manual como medio de comunicación, esta elección afecta en particular la distribución de los tipos de mensajes, textos, ilustraciones, tipo de ilustraciones, interrelaciones entre textos e ilustraciones; condiciona también el lenguaje utilizado y la cantidad de información (o, más bien, su densidad). Determina por último, el tono del manual (¿a quién se dirige?). Es necesario señalar también que el rigor de estas opciones y las consecuencias que traen son tanto o más importantes cuando se trata de un manual “instrumento de progresión” que cuando se trata de un manual “instrumento de consulta”, este último autoriza, por definición, varias lecturas.

Por su parte Richaudeau (1981) presenta una propuesta para la organización de un manual teniendo en cuenta los elementos que deben componerlo como son: la presentación del manual, formatos, montajes de página, títulos de los capítulos, subtítulos, ilustraciones, diagramas, y manejabilidad, los cuales se detallan a continuación.

*a) La presentación del manual escolar*

El texto principal de un libro está compuesto por palabras, estas a su vez agrupadas en frases reunidas en párrafos y estos distribuidos en capítulos. Algunas palabras y a veces algunas frases en el interior de un párrafo, necesitan destacarse, la cursiva es el medio más usual utilizado para aquellas palabras que se desean acentuar o referir hacia un tema en común. La negrita tiene un nivel de importancia mayor utilizada para enfatizar aquellas palabras claves dentro de un texto destinadas a retener el ojo del lector y los subrayados puede ser utilizados en remplazo de la negrita .

Dentro de estos tres tipos de estilo, el autor del manual pretende dar a conocer al lector el interés en hacer resaltar ciertas palabras del texto, destacando palabras

nuevas, nombres propios y palabras importantes para la comprensión y cuya definición o explicación se menciona en el glosario del manual.

*b) El formato y montaje de la página*

Las interacciones entre las estructuras de la página y su formato deben tenerse en consideración es así que se hace indispensable mantener un tipo de formato cuadrado en el cual el alto del libro sea generalmente superior a su ancho. Los factores que determinan el formato del folio son el largo de los textos principales, el volumen de los textos secundarios, los esquemas y las dimensiones mínimas asociadas a las márgenes del texto

*c) Títulos de capítulos:*

Al iniciar una página se debe anunciar un nuevo capítulo, se aconseja ubicar el título en la cabeza de la página (manteniendo el mismo margen superior que para una página llena de texto) y para ello se hace necesario guardar un espacio en blanco entre el título y la primera línea del texto con el fin de permitir al lector detenerse fácilmente en el capítulo al ojear el libro.

*d) Subtítulos:*

Son aquellos que sirven para anunciar subdivisiones de un texto en un mismo capítulo. Es necesario situar la línea del subtítulo separada del texto si el subtítulo está compuesto con el mismo tipo de letra se puede destacar subrayándolo.

*e) Ilustraciones:*

La elección de cada ilustración debe estar acorde con el texto al cual hace referencia, resaltando entonces que la elección de la imagen jamás debe ser inconveniente; debe además estar adaptada al tipo de enseñanza escogida para el manual; las secuencias deben estar ordenadas en un orden lógico de exposición (ello se aplica esencialmente a los manuales los cuales presentan una progresión sistemática de los conocimientos que se deben infundir al estudiante). Si la ilustración se encuentra escogida para introducir un tema, debe despertar el

interés, la curiosidad del lector e incitarlo a leer el libro, el impacto de una ilustración es proporcional a sus dimensiones y al número de colores utilizados.

Cabe aclarar lo indispensable que es la armonía de cada ilustración dentro del texto, puesto que al ubicar varias imágenes ya sean negras o en colores perjudica el atractivo de cada una de ellas, se recomienda repartir las ilustraciones entre las páginas del texto que agruparlas en una sola o en varias páginas. Igualmente no debe existir ilustraciones sin referencia es importante indicar el tema, el autor y una explicación respecto a la imagen.

*f) Diagramas:*

“Los manuales escolares, así como numerosas publicaciones de naturaleza pedagógica, utilizan fichas y diagramas. La variedad de los dibujos hace la diagramación más agradable y a menudo original”. Un diagrama puede ser visto como un instrumento útil para reflexión de un determinado tema cuyas propiedades resultan excepcionales, tanto en la investigación científica como en la implementación de las clases entendida como una estrategia de motivación escolar desde un nivel básico hasta un nivel avanzado.

*g) La manejabilidad*

Se asocia a las dimensiones del manual, el formato y el volumen. Se debe procurar que no sea muy voluminoso, ni demasiado pesado o excesivamente minucioso.

Por otro lado Según la unidad de normas y procedimientos del Instituto Colombiano Agropecuario ICA (1998) “guía para la elaboración de manuales de procedimiento”, para la elaboración de un manual se deben tener en cuenta ciertos contenidos: material preliminar, descripción de los procedimientos, material complementario y marco procedimental. Los cuales se describen a continuación:

*a) Material preliminar*

En este apartado se aclara la adecuada elaboración de la pasta, la portada, hoja de control, tabla de contenidos, listas especiales y la introducción ó presentación.

- *Pasta:* Para facilitar la actualización y mejoramiento permanente de los manuales de procedimientos, deben ser elaborados por el sistema de hojas intercambiable, empleando para ello pastas argolladas. Asimismo en la pasta deben introducirse elementos de identificación del manual, como lo son, un logotipo, su procedencia (autor y dependencia), la expresión de “manual”, y por último mes y año de realización; estos elementos deben ir centrados y conviene destacar en letra más grande la dependencia y la impresión del manual. ICA, 1998, p.15
- *Portada:* Es la primera página anterior y debe tener los mismo elementos de la pasta.
- *Hoja de control:* Con el fin de llevar el control de las modificaciones hechas en el manual, debe incluirse una hoja de control que permita un seguimiento a las modificaciones y de quien las realiza. ICA, 1998, p.15
- *Tabla de contenido:* Es la lista de los títulos que corresponden a los capítulos y a sus divisiones principales o secundarias, en el mismo orden en que son presentadas en el manual. El número de la página donde inicia cada capítulo o división primaria o secundaria debe ser ubicada frente al título respectivo, en una columna justificado al margen derecho de la página. ICA, 1998, p.15
- *Listas especiales:* Son las listas de las tablas, figuras y anexos que contiene el manual, en su orden de aparición; la lista de tablas es la relación de las mismas, se coloca el número y el título correspondiente a cada tabla en orden de aparición y se anota el número de la página en donde esté ubicada. En forma similar se elabora la lista de figuras. ICA, 1998, p.16
- *Introducción o presentación:* Debe ser breve y utilizada para fabricar en forma clara y sencilla las consideraciones que se estimen necesarias para



una mejor comprensión y orientación al lector, respecto del contenido, alcance, limitaciones y bases teóricas de aplicación del manual. Asimismo con el fin de ubicar el manual, es importante ubicar los aspectos que tienen que ver con la dependencia a la cual corresponde, la naturaleza de esta y sus objetivos. ICA, 1998, p.16

b) *Descripción de los procedimientos*

Un procedimiento escrito o documentado, generalmente contiene los propósitos y el alcance de una actividad, lo que se debe hacer y quien lo debe hacer, que materiales, equipos y documentos se deben usar; y como se controlara dicho procedimiento. Considerando además que una actividad es definida según el Departamento de la función pública como “un conjunto de operaciones o tareas” debemos tener un procedimiento para cada actividad que se desarrolle; entendiendo por procedimiento según las Normas Técnicas Colombianas (NTC), como una manera específica de efectuar una actividad. Sin embargo recordando que los procesos se articulan entre sí en forma de red, se dispone de cierto margen de flexibilidad, para definir los procesos en forma más o menos amplia, por ello se debe evitar los extremos de definir actividades demasiado parciales, con lo que resultaría una gran cantidad de pequeñas actividades, o demasiado amplias, dando como resultado pocos procedimientos pero demasiado generales para ser manejados eficientemente. Proceso. NTC. p4 (citado por Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 1998, p.17)

Estimando que cada actividad se desarrolla en un número determinado de pasos, la primera columna servirá para enumerarlos en orden consecutivo, de manera que sean fácilmente identificables y ubicables. En la segunda columna se deberá consignar la descripción en sí de los pasos; al igual que con los procedimientos, para la definición de los pasos también se tiene alguna flexibilidad, por lo cual, no debe ser hecha ni muy minuciosa ni demasiado extensa. ICA, 1998, p.17

c) *Material complementario*

Se considera como parte de este en su orden: definiciones, bibliografía y anexos.

- *Definiciones:* Es una lista de términos, signos y abreviaturas, ordenados alfabéticamente; es de particular importancia para la precisión en el uso de los términos, al obviar distintas interpretaciones que pueden presentarse de los mismos. ICA, 1998, p.17
- *Bibliografía:* Es la lista de fuentes consultadas que están relacionadas con el tema que se cubre en el manual y que pueden o no haber sido citadas en el texto. Guía para la Elaboración de Informes Administrativos. NTC. 3588. 1994 p.106. (citado por ICA, 1998, p.18).
- *Anexos:* Por anexos se entiende el conjunto de documentos y adiciones que sirven para complementar y aclarar el cuerpo del manual. En esta parte se pueden adjuntar cuadros, mapas, planos, fotografías, organigramas, diagramas, formas, normas y demás textos o gráficos que contribuyan a explicitar el contenido del manual. Deben ser incluidos aquellos elementos del manual en el orden en que son citados en el contenido. Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC. Norma técnica colombiana (NTC). Anexos. Guía para la elaboración de informes administrativos. (NTC). 3588. 1994. p.106. (citado por ICA, 1998, p.18)

d) *Marco procedimental*

Se refiere al procedimiento final llevado a cabo al terminar el manual, incluye el proceso de divulgación y seguimiento que se describen a continuación.

- *Divulgación:* Uno de los requisitos para que un manual de procedimientos cumpla su función, es la de que sea suficientemente conocido por todos quienes estén vinculados al área al que va dirigido, por lo tanto una vez terminado deben ser elaboradas y distribuidas las copias que sean necesarias. ICA, 1998, p.18

- *Seguimiento:* Se deberán adoptar mecanismos para la revisión y complementación del manual, que permitan la reestructuración del mismo en pro de la mejora. ICA, 1998, p.18

## 5.5 GENERALIDADES DE BACTERIAS

Las bacterias, son microorganismos procariotas, es decir microorganismos unicelulares sin membrana nuclear, sin orgánulos membranosos que se reproducen por división asexual. Las bacterias se clasifican según su tamaño, forma (esféricas, bastoncillos, espirales) y su disposición espacial (células aisladas, en cadenas y formando cúmulos). (figura1).

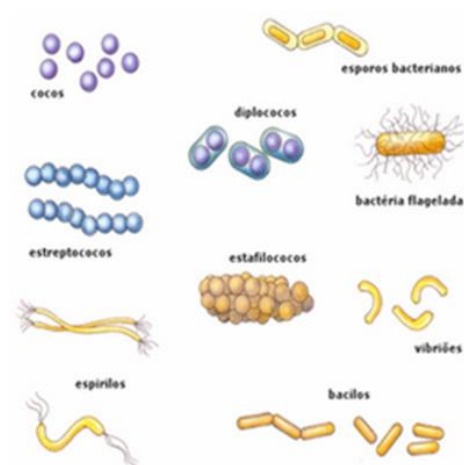


Figura 1: Morfología de las bacterias. Tomado de:  
<http://raquelagropecuario.blogspot.com/2009/09/forma-y-estructura-de-los-cocos-bacilos.html>

La pared celular que rodea a las bacterias es compleja y existen dos formas básicas. Una pared celular grampositiva con una gruesa capa de péptidoglucano y una pared celular gramnegativa con una delgada capa de peptidoglucano, así como una membrana externa.

La pared celular es responsable de lo que le sucede al colorante utilizado en la Tinción de Gram descubierta Hans Christian Gram (1884). Sin embargo algunas bacterias carecen de pared celular y compensan su ausencia sobreviviendo en el interior de un organismo o en un ambiente hipertónico. Por otra parte existe una gran variedad de bacterias que presentan plásmidos, moléculas de ADN extracromosómico circular, los cuales los puede pasar o otras a través de pilis sexuales; otras forman endosporas, células especializadas, que les permiten asegurar la supervivencia en tiempos de tensión ambiental (calor, desecación, radiación ultravioleta); algunas son móviles gracias a flagelos, otras se adhieren

mediante fimbrias o cápsulas que también evitan la fagocitosis por parte del sistema inmunológico. Campbell & Reece (2007).

Las bacterias se encuentran presentes en diferentes hábitats como: el aire, el agua, algunos alimentos y seres vivos manteniendo una relación parasitaria, simbiótica o mutualista. Algunas tienen gran importancia en la naturaleza, pues están presentes en los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, del carbono y del fósforo. Por ejemplo *Rhizobium* se encuentra en simbiosis con leguminosas, fijando el nitrógeno en nódulos de las raíces de estas, las no-simbióticas como el *Azotobacter* obtienen el nitrógeno del aire y otras pueden transformar sustancias orgánicas en inorgánicas, manejadas para fines comerciales, estas se emplean en la producción de ácido acético y vinagre, varios aminoácidos y enzimas, especialmente en la fermentación de lactosa a ácido láctico utilizado para la fabricación de lácteos. Algunas bacterias tienen una capacidad notable para degradar una gran variedad de compuestos orgánicos, por lo que se utilizan en el reciclado de basura y en biorremediación contribuyendo en la eliminación de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente. Richard, A., Champe, P. & Fisher, B (2007).

Teniendo en cuenta la importancia de dichos microorganismos en la tabla 1 se presentan las generalidades de algunas especies que se encuentran en el Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional

**Tabla 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS GÉNEROS DE BACTERIAS PERTENECIENTES AL CEPARIO DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

<b>GÉNERO O ESPECIE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<i>Acetobacter</i>	Son bacilos Gram negativos móviles y aeróbicos de forma elipsoidal alargada, se encuentran generalmente en frutos cítricos, miel de abejas, tequila, vino de palma, vino de uva, cerveza, vinagre, jugo de azúcar de caña, te, aceite y licores vegetales. Son de particular importancia en el mercado, se utilizan en la producción de vinagre y la acidificación intencional de la cerveza entre otros usos comerciales. Madigan, T., Martinko, J Parker, J (2004).
<i>Aeromonas</i>	Son bacilos gramnegativos, no esporulantes y anaerobios facultativos, son ubicuas en el medio ambiente, sobre todo en <b>entornos acuáticos</b> (agua del subsuelo, aguas superficiales, marinas, agua potable y residual). Son bioindicadoras de alimentos en mal estado como pescado. Rodríguez <i>et al</i> (2007).
<i>Bacillus</i>	Son bacilos Gram positivos, formadores de endosporas, la mayoría de las especies de <i>Bacillus</i> son inocuas pero algunas son patógenas para las personas y los animales. Este género se encuentra comúnmente en suelos y plantas donde tienen un papel importante en ciclo del carbono y el nitrógeno. Son habitantes comunes de aguas frescas y estancadas. Koneman, (2008).
	Son bacilos Gram positivos, Aerobios y anaerobios facultativos, esporulados (esporas centrales en forma

<i>Bacillus subtilis</i>	<p>elipsoidal) generalmente móviles con flagelos peritricos producen endospóras termo resistentes a factores físicos. Habitan en el suelo, y ayuda a la descomposición de residuos vegetales, produciendo enzimas para la elaboración de productos químicos y a la vez deteriorando las plantas por otro lado provee un control efectivo de enfermedades causadas por hongos y bacterias. Koneman, (2008)</p>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<p>Es un bacilo Gram positivo, de flagelación peritrica, que mide de 3 a 5 µm de largo por 1 a 1,2 µm de ancho y que posee la característica de desarrollar esporas de resistencia elipsoidales que no provocan el hinchamiento del perfil bacilar .Estas bacterias se encuentran presentes en la flora normal del suelo, heces de mamíferos y en algunas especies de plantas .Se utilizan para controlar diversos insectos que afectan la agricultura, la actividad forestal y que transmiten patógenos humanos y animales. Abarca, C . , Martinez , A ., Caro ,M &amp; Quintero ,R (1992).</p>
<i>Gluconobacter</i>	<p>Son bacilos Gram negativos aeróbicos quimio –organotróficos, la particularidad de las bacterias acéticas es la oxidación de una gran variedad de sustratos y la acumulación casi total de los productos del medio. Habitan en las flores, sidra cerveza, en la superficie de las plantas donde constituyen una micro flora secundaria que utiliza los productos de desecho. Stanier, et .al.,( 1992).</p>
<i>Haloarcula</i>	<p>Son células bacilares cortas de 0.2 -1.0 * 2 – 5 µm, polimórficas, con variadas formas de bacilos casi regulares a triangulares y formas irregulares bajo condiciones óptimas de crecimiento. Gram-negativas, muchas especies presentan motilidad, las colonias son rojas o rosadas, gracias a la</p>

	<p>presencia de carotenoides de bacterioruberina. Habitan principalmente de ambientes salinos y lagos de sal. Los halófilos son considerados como una fuente potencial de productos de interés aplicados en diversos sectores de la industria alimentaria, farmacéutica ,cosmética ,química entre otras Por ejemplo en la industria alimentaria en donde se requiere preservar y conservar las características sensoriales de los alimentos, en la industria de plásticos en la que se busca generar nuevas tecnologías amigables con el ambiente y en la industria farmacéutica con la incorporación de principios activos que originan nuevos productos Meseguer, S (2004).</p>
<p><i>Halobacterium</i></p>	<p>Son Gram-negativas, presentan motilidad por flagelos polares en mechón, o por flagelos peritricos. Sus colonias son rojas o rosadas debido a la presencia de carotenoides de bacterioruberina.</p> <p>Muchas de sus especies son proteolíticas, crecen por respiración aerobia y algunas especies crecen bajo anaerobiosis por fermentación de arginina. Algunas especies reducen el nitrato a nitrito. Habitan en lugares con altas concentraciones de sal como la mina de Zipaquirá y el Mar Muerto pueden vivir en suelos y alimentos salados, las salinas marinas son también buenos hábitat para los procariotas halófilos extremos. Ramírez ,N., Serrano, J &amp; Sandoval, H(2006)</p>
<p><i>Halobaculum</i></p>	<p>Son bacilos gramnegativos que presentan colonias pequeñas, su crecimiento se da en hábitats con altas fuentes de carbono y sodio. Se encuentran en medios alcalinos aguas saladas (ambientes marinos) Se usan actualmente en la producción industrial de alimentos, algunas especies se utilizan en la</p>

	<p>elaboración de compost, en control biológico de plagas. Afectan alimentos provenientes del mar como mariscos y peces o productos que son conservados por salado de una manera inadecuada Oren, A Gurivich , P (1995)</p>
<i>Lactobacillus</i>	<p>Son bacilos gram positivos sin esporulación, anaerobios facultativos, con metabolismo estrictamente fermentativo. La importancia de este grupo de microorganismos para la industria radica en la gran potencialidad biotecnológica, gracias a su capacidad fermentativa, a la producción de ácido láctico y a su efecto antimicrobiano. Se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, especialmente en animales y productos vegetales, habitan en el tracto gastrointestinal de aves y mamíferos. Berkeley, Bock &amp; Brenner, (1994)</p>
<i>Micrococcus</i>	<p>Son cocos Gram-positivos, oxidasa-positivo, y estrictamente aeróbicos, son generalmente considerados como saprofitos inofensivos que habitan o contaminan la piel, la mucosa, y quizás también la orofaringe, sin embargo, pueden ser patógenos oportunistas para personas inmunosuprimidas. También se encuentran en productos lácteos, agua, suelo y cerveza. Castillo,T (2014)</p>
<i>Natronorubrum</i> <i>sp.</i>	<p>Son bacterias Gram-negativos estrictamente aeróbicos y quimioorganotrofos, son neutrofílicas o alcalifílicas con crecimiento por encima de pH 11. Metabolizan azúcares con producción en algunos casos de ácido. Puede crecer en una variedad de azúcares y dependiendo de la especie habitan suelos salinos, depósitos de sal subterráneos y salinas solares. Sorokin,D.,Tourova,T &amp; Muyzer,G( 2012)</p>
<i>Pseudomonas</i>	<p>Bacilos no fermentativos gram negativos rectos o ligeramente</p>



<p><i>sp</i></p>	<p>curvados, pero no helicoidales; tienen un diámetro de 0.5-1.0*1.5-5.0µm. Muchas especies acumulan β- hidroxibutirato como material de reserva de carbón, las cuales aparecen como inclusiones sudanofílicas (intracelulares). Se encuentran presentes en el suelo, el agua, en la superficie de la piel de los animales y algunas plantas. Su importancia puede estar asociada con la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento en plantas, cuyas principales ventajas son las de estimular la germinación de las semillas, acelerar el crecimiento de las plantas especialmente en sus primeros estadios, inducir la iniciación radicular e incrementar la formación de raíces y pelos radiculares. Edward ,R ., Brian J. &amp; Dletmar, H. ( 2006)</p>
<p><i>Pseudomonas fluorescens</i></p>	<p>Es un bacilo Gram-negativo, recto o ligeramente curvado, es saprófito, (todo lo que ingiere pasa a través de la pared celular). Presenta Flagelos polares. Se encuentran presentes en el suelo y agua. Abundan en la superficie de las raíces, ya que son versátiles en su metabolismo y pueden utilizar varios sustratos producidos por las mismas. Este grupo de organismos tienen una gran importancia para la industria ya que pueden producir ciertas sustancias -antibióticos y sideróforos- que actúan limitando el crecimiento y desarrollo de los patógenos fúngicos que pueden afectar al cultivo. Petenello, (2002).</p>
<p><i>Rhizobium</i></p>	<p>Son bacilos Gram negativos móviles no esporulados, requieren compuestos orgánicos como fuente de carbono. Su hábitat es el suelo son capaces de infectar, modular y establecer simbiosis para fijación de nitrógeno en varias plantas leguminosas formando nódulos en estas, asimilando carbohidratos y produciendo mucilago. Una de las aplicaciones</p>

	<p>de este tipo de bacterias es la capacidad de producir sustancias antifúngicas, convirtiéndolas en potenciales controladores del crecimiento de algunos hongos fitopatógenos Hernández, Heydrich, Velázquez, &amp; Hernández, (2006).</p>
--	---

## 5.6 GENERALIDADES DE LOS HONGOS MICROSCÓPICOS

Los hongos son organismos eucariotas no fotosintéticos, carecen de clorofila, sus paredes celulares contienen quitinas y glucános como componente esqueléticos. Se reproducen por mecanismos sexuales y asexuales. Los hongos microscópicos son de tipo filamentosos o unicelular como las levaduras. Su nutrición es heterótrofa y producen enzimas que permiten la hidrólisis de los nutrientes, una vez convertidos en material soluble son absorbidos y transportados a través de la membrana y usados en procesos metabólicos para el crecimiento y desarrollo del hongo. Pueden ser organismos saprófitos, parásitos obligados o benéficos (Agrarios, 1992)... (Isaac, 1992).



Figura 2. *Aspergillus fumigatus*. Tomado de: <http://www.todoalergias.com>

Los hongos juegan un papel fundamental en la naturaleza. Debido a que dichos organismos habitan en diferentes sustratos, favorecen en la descomposición de la materia orgánica en diversas formas, estos organismos constituyen la clave para la reincorporación de los materiales orgánicos en el suelo. También tienen una contribución en la industria de alimentos en relación a los procesos industriales, ya que ayudan en la maduración de quesos, productos cárnicos y en la producción biotecnológica de enzimas. En medicina por ejemplo *Penicillium notatum*, es un microhongo del cual se obtiene la penicilina, asimismo hay especies que poseen sustancias activas anticancerígenas y antitumorales. Garces, E (2003). En la tabla 2 se presentan las características macroscópicas, microscópicas y los habitat de los microhongos que se encuentran en el cepario del laboratorio de Biotecnología.

**TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE LOS GÉNEROS DE MICROHONGOS PERTENECIENTES AL CEPARIO DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

<b>GÉNERO O ESPECIE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<p><i>Aspergillus</i> <i>Fumigatus</i></p>	<p>Crecimiento en Agar – Extracto de malta (AEM).</p> <p>Colonia aterciopelada, anverso de color verde oscuro en el centro que se vuelve más claro hacia el borde, borde de color blanco, reverso incoloro a amarillo, con borde color blanco.</p> <p>A los 56 días de crecimiento colonia aterciopelada Anverso de color verde oscuro en el centro y un poco más claro en el borde. Reverso de color amarillo. García, J. León, A (2012)</p> <p>Este género se caracteriza. Por presentar conidios redondos equinulados: entre largo 2.58 x ancho 2.58 <math>\mu\text{m}</math> y largo 4.3 x ancho 4.3 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 100X) vesícula: largo 10.75 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 40X) métula: largo 6.45 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 40X)conidióforo biseriado: Entre largo 21.5 x ancho 4.3 <math>\mu\text{m}</math> y largo 18.27 x ancho 4.3 . García, J., &amp; León, A (2012).</p> <p>Habita en el suelo, heno, granos, deteriorados microbiológicamente e invadidos por todo tipo de sustratos orgánicos, mientras las condiciones ambientales sean favorables para su crecimiento pie (García y Verástegui, 2001).</p> <p>Ese género es de gran interés en el estudio biotecnológico de la industria médica, puesto que son microorganismos con alta generación de metabolitos, productores de antibióticos pero a la vez de mico toxinas, hecho que ha impedido la utilización del</p>

	<p>mismo en medicamentos.</p>
<p><i>Cladosporium</i></p>	<p>Crecimiento en Agar – Extracto de Malta (AEM) 15 días de crecimiento.</p> <p>Colonia aterciopelada, sin micelio aéreo. Anverso de color café con centro blanco. Reverso de color café claro con bordes un poco más claros. Presencia de surcos. Con exopigmentos beige. Garcia ,J ., león ,A (2012)</p> <p>Microscópicamente presenta conidios: Largo 10.75 x ancho 2.15 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 40X)conidióforo: Largo 75.25 x ancho 2.15 <math>\mu\text{m}</math> Garcia, J &amp;Leon, A (2012)</p> <p>Se encuentran generalmente en alimentos en refrigeración .Algunas especies de este género presentan gran importancia industrial como lo es el caso de <i>C. herbarum</i>. Siendo una cepa potencial en el control de insectos resistentes a los insecticidas de uso común. Barrero, E., Perez, S (2003)</p>
<p><i>Cladosporium cladosporioides</i></p>	<p>Crecimiento en Agar – Extracto de Malta (AEM) 14 días de crecimiento.</p> <p>Colonia aterciopelada, sin micelio aéreo. Anverso de color café. Reverso de color café claro con espacios un poco más claros. Presencia de surcos. Sin exopigmentos. García ,J ., león ,A (2012)</p>

	<p>Conidios en cadena: Largo 2.15 x ancho 2.15 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 40X) Conidióforo: Largo 21.5 x ancho 2.15 <math>\mu\text{m}</math>. García , J ., León , A 2012</p>
<i>Drechslera</i>	<p>Crecimiento en Agar – Extracto de Malta (AEM)</p> <p>Colonia algodonosa, sin micelio aéreo. Anverso de color gris con fondo café. Reverso de color café que se hace más claro desde el centro hacia los bordes de la colonia. Sin exopigmento García , J .,león ,A (2012)</p> <p>Los conidios son de color marrón oscuro, generalmente cilíndrica o subcilíndrica, recta, se forman-paredes lisas, fragmoconidio con pseudoceptos.Los conidios son transversalmente septadas, con el tabique que delimita el de células basales formado primero durante la maduración del conidio, la germinación es de cualquiera o de todas las células y el hilio no es protuberante.</p> <p>Se encuentran en pastos, granos, elementos en descomposición y plantas .Estos organismos son considerados de gran importancia par a la industria ecológica debido a la producción de metabolitos secundarios. Ellis ,D (2014)</p>
<i>Geotricum candidum.</i>	<p>La colonia presenta una coloración por encima café marrón en el centro y hacia los lados blanco, por debajo beige. Salazar, w (2012)</p> <p>Microscópicamente Se caracteriza porque las hifas fértiles son estrechas y se segmentan en antroconidios unicelulares en cadenas hialinas. Las cuales resultan de la fragmentación de hifas indiferenciadas por fisión mediante la formación de septos</p>

	<p>dobles. Pueden ser rectangulares o poseer los extremos redondeados asemejándose a pequeños barriles. Las células son levaduriformes y de paredes gruesas. Salazar, w (2012)</p> <p>Se encuentran en ambientes como suelo, productos lácteos y frutos. Respecto a los usos, <i>G. candidum</i> es de gran interés para la industria de los quesos blandos, tales como Camembert, y quesos semiduros, como St. Nectaire y Reblochon, puesto que los atributos bioquímicos como la liberación de lipasas y proteasas, ácidos grasos y péptidos ayudan a la maduración de queso y otras cualidades. Ellis, D. (2014).</p>
<p><i>Graphium sp.</i></p>	<p>Se caracteriza por la formación de sinemasas altos oscuros cojinete redondeado, masa de conidias incrustadas en un contenido viscoso. Tiene vida parasita y frecuentemente actúa como patógeno vascular. Crecimiento en Agar – Extracto de Malta (AEM) colonia algodonosa, sin micelio aéreo. Anverso de color gris con blanco y pequeños gránulos negros. Reverso de color beige que se hace más claro desde el centro hacia los bodes de la colonia. Sin exopigmento García , J .,león ,A (2012)</p> <p>Microscópicamente presenta conidios ovalados con hasta 3 pseudoseptos: entre largo 34.4 x ancho 25.8 <math>\mu\text{m}</math> y largo 43 x ancho 34.4 <math>\mu\text{m}</math> Synema: entre largo 327x ancho 68.8 <math>\mu\text{m}</math> y largo 344 x 68.8 ancho <math>\mu\text{m}</math> García, J &amp; León, A (2012)</p> <p>Tienen una gran importancia debido a que son capaces de biotransformar o biodegradar hidrocarburos que pueden ser utilizados como estrategia en la mico remediación de aguas y suelos impactados por la actividad petrolera Belezaca,C (2002).</p>

<p><i>Mucor</i></p>	<p>Las colonias son algodonosas y crecen abundantemente con una coloración blanca y luego tienden a tornarse negras.</p> <p>Microscópicamente presenta un micelio esparcido en y sobre el sustrato, pero sin rizoides o estolones especiales. Esporangióforos que emergen individualmente del micelio, por lo común formando un piso micelial grueso, erectos, con esporangios terminales sencillos, o ramificados con esporangios similares en todos los extremos de las ramas, también con esporangios en el extremo del simpodio, nunca bifurcada.</p> <p>Las especies del género <i>Mucor</i> tienen un alto potencial biotecnológico debido a la alta producción de proteasas; en el ámbito comercial las proteasas forman parte de los tres grupos de enzimas más utilizadas en la industria, con gran variedad de uso. Principalmente en la fabricación de detergentes, productos farmacéuticos, en la industria alimenticia (utilizadas en la industria del queso para la coagulación de la leche), y como sustitutos de las quimosinas de ternero. Koneman (2008)</p>
<p><i>Mucor circinelloides</i></p>	<p>La colonia es algodonosa, granular aterciopelada y polvorienta. Por encima presenta una coloración blanca y por debajo un color beige. Salazar, W (2012)</p> <p>A nivel microscópico se caracteriza porque las hifas fértiles son estrechas y se segmentan en antriconidios unicelulares en cadenas hialinas. Las cuales resultan de la fragmentación de hifas indiferenciadas por fisión mediante la formación de septos dobles. Pueden ser rectangulares o poseer los extremos redondeados asemejándose a pequeños barriles. Las células son levaduriformes y de paredes gruesas. Salazar, W (2012).</p>



	<p>Habita en los suelos de curtiembres y en los senos paranasales de los seres humanos causando zigomicosis maxilofacial y generando afectaciones subcutáneas. Este organismo tiene gran interés en el ámbito biotecnológico ya que es visto como una fuente de carotenos y lípidos debido a que acumula altos niveles de estos compuestos en el micelio; tiene una buena producción de biomasa durante el cultivo por lotes sumergido en biorreactores y es capaz de utilizar una amplia gama de fuentes de carbono. Chaparro, A(2014)</p>
<i>Mucor hiemalis.</i>	<p>Presenta colonias de coloración por encima blanca y por debajo beige ,con una textura algodonosa ,granular , aterciopelada y polvorienta Salazar, W(2012)</p> <p>A nivel microscópico dentro de sus estructuras se encuentra un esporangióforo que mide entre 65-86 <math>\mu\text{m}</math>, con un esporangio de 23.6 – 32.2 <math>\mu\text{m}</math> con forma circular, las esporangiosporas se encuentra dentro de este y alcanza un tamaño de 1.5 – 2.1 <math>\mu\text{m}</math> con forma ovalada, debajo de estas se encuentra la columela que está entre 10.7-15 <math>\mu\text{m}</math>. Salazar, W (2012).</p> <p>Se encuentra presente en el suelo estiércol, vegetales en descomposición Mier, T&amp;Toriello,C (2002). Respecto a usos industriales esta especie presenta un alto nivel de absorción del cromo Salazar ,w (2012)</p>
<i>Mucor racemosus</i>	<p>Es un hongo de crecimiento rápido los esporangióforos en forma de aguja y con esporangios grandes. Las colonias presentan una textura son algodonosa ,granular ,aterciopelada con una coloración por encima y los lados blanca , en el centro</p>

	<p>amarillenta y por debajo beige Salazar, W(2012)</p> <p>Microscópicamente presenta un esporangióforo poco ramificado hialino con un tamaño de 100 -129 <math>\mu\text{m}</math>, con un esporangio de 19 – 21.5 <math>\mu\text{m}</math> de forma circular que contiene las esporangiosporas de 1.5 – 2.15 <math>\mu\text{m}</math>; además de contener una columela ovoidede 5 – 6.4 <math>\mu\text{m}</math> Salazar, W(2012)</p> <p>La especie es principalmente un hongo del suelo, pero se ha encontrado en otros lugares, como en el estiércol de caballo, restos vegetales, granos, verduras y frutos secos. Steinman, H (2012).</p>
<i>Nigrospora.</i>	<p>Presenta colonias algodonosas, anverso de color gris con blanco, reverso de color negro con bordes blancos. Crece a 25 ° C. Las colonias maduran generalmente entre 4 - 5 días. García, J., León, A. (2012)</p> <p>Microscópicamente presenta (figura 14) Conidio: entre largo 17.2 x ancho 12.9 <math>\mu\text{m}</math> y largo 15.05 x ancho 10.75 <math>\mu\text{m}</math> conidióforo: largo 32.25 x ancho 6.45 <math>\mu\text{m}</math> (Aumento 40X) célula conidiogénica: largo 8.6 x ancho 6.45 <math>\mu\text{m}</math> García, J., León, A. (2012)</p> <p>Ampliamente distribuido en el suelo, las plantas y las semillas en descomposición. Doctor fungus, (2007)</p>
<i>Penicillium</i>	<p>Los hongos pertenecientes a este género presentan un crecimiento en agar papa dextrosa (PDA) las colonias son aterciopeladas de color al verdoso en degrade y alrededor color blanco. Envés de color beige oscuro Escobar,L (2012)</p> <p>Microscópicamente presenta hifas septadas, de las cuales se forma un conidioforo hialino ramificado de 60*2.15mm=129mm,</p>

	<p>de color azul, con fialides ramificadas en forma de botella de <math>3 \times 2.15 \mu\text{m} = 6.45 \mu\text{m}</math>, de las que salen cadenas de conidios con forma circular de <math>1 \times 2.15 \mu\text{m} = 2.15 \mu\text{m}</math>. (Figura 15) Escobar,L (2012)</p> <p>Los miembros del género <i>Penicillium</i> son hongos filamentosos habitan generalmente en el suelo, en la vegetación en descomposición, y en el aire Doctor Fungus, (2007)</p>
<p><i>Penicillum aurantiogriseum</i></p>	<p>Las colonias presentan 27-35 mm de diámetros, centro levantado, floccoso, surcados, de textura polvorienta presentan una coloración azul, por el adverso y por el reverso de color beige. Salazar, w (2012).</p> <p>El conidióforo es la parte del micelio que origina y sostiene los conidios, los cuales son estructuras reproductivas del microhongo, tienen forma de espora asexual inmóvil, formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena, la fiálide. Salazar, w (2012).</p> <p>Es un organismo ubicuo habita en diferentes ambientes se encuentra principalmente en productos alimenticios como el pan, cereales, queso, granos de café, nueces, salchichas y camarones( García et al. 2009)</p>
<p><i>Rhizopus</i></p>	<p>Producen esporas asexuales. Las esporangiosporas asexuales se originan dentro de una estructura denominada esporangio, esporangióforos de color marrón y generalmente sin ramificaciones. Los esporangios son esféricos de color negro y están contenidos en una estructura llamada columela, que mide hasta 275 micrómetros de diámetro .Forman colonias de crecimiento rápido que cubren prácticamente toda la superficie</p>

	<p>del sustrato afectado en aproximadamente tres días.</p> <p>Habitan en el suelo y se alimentan de materia vegetal o animal en descomposición, las heces de animales, y el pan viejo Koneman, E. (2008)</p>
<i>Sclerotium</i>	<p>Colonias algodonosas, sin micelio aéreo. Anverso de color blanco y reverso de color beige con gránulos blancos Garcia ,J ., León ,A (2012)</p> <p>Sin esporas ni cuerpos fructíferos asexuales. Esclerocios cafés o negros, globosos o irregulares, compactos. Micelio por lo general brillante</p> <p>Es fitoparásito en las partes subterráneas de las plantas. Como por ejemplo la planta del tomate pajarito (<i>Lycopersicon esculentum</i>) le genera quemazón, a la planta de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) le genera secamiento, a la planta de clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>) pudrición del cuello radicular y a la planta de cacahuate (<i>Arachis hipogea</i>) le causa pudrición basal del tallo. Doctor fungus, (2007)</p>
<i>Trichoderma sp.</i>	<p>Crecimiento en agar papa dextrosa (PDA) crecimiento abundante, colonia lanosa de color blanco que con el tiempo forma manchas de color verdoso. Envés de color amarillo clarito. Escobar, L (2012)</p> <p>Microscópicamente presenta hifas septadas, donde se observa los conidióforos ramificados de <math>30 \times 2.15 \mu\text{m} = 64.5 \mu\text{m}</math>, sus fialides son en forma de botella y se presentan en racimos de <math>5 \times 2.15 \mu\text{m} = 10.75 \mu\text{m}</math>, sus conidios son de forma redonda y se agrupan de dos a tres en la punta de la fialide de <math>2 \times 2.15 \mu\text{m} = 4.3 \mu\text{m}</math>. Escobar, L (2012)</p>

	<p>Se encuentra ampliamente distribuido en el suelo, material vegetal, la vegetación en descomposición y la madera. A nivel ecológico se puede decir que su importancia radica en el alto potencial que poseen para la degradación de celulosa y hemicelulosa, lo cual los convierte en grandes descomponedores. Ezziyyani,M.et al (2004)</p>
<p><i>Trichoderma harzianum</i></p>	<p>Las colonias presentan una coloración blanca, que se torna a verde oscura o amarillenta con esporulación densa.</p> <p>Microhongo que presenta una hifa septada hialina, el conjunto de estas forman un micelio fino de 2.5µm de ancho, de donde se desprende los conidióforos ramificados, los cuales están conformados por fiálides de 6.45 µm en forma de botella, emergiendo de estos los conidios de 4.3 µm de largo y 2.15 de ancho, con forma circular, siendo esta ultima la estructura reproductiva. ( figura 20) Salazar, W (2012)</p> <p>Respecto a los usos a los usos biotecnológicos ,es un hongo que es utilizado como fungicida proyectándose a la regulación de fitopatógenos .Se utiliza en aplicaciones foliares, producción de enzimas tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos Ezziyyani , M et al (2004)</p>
	<p>Es un hongo que crece en Agar – Extracto de Malta (AEM). Colonia algodonosa. Sin micelio aéreo. Anverso inicialmente de color blanco y reverso de color blanco, sin gránulos. Crecen a una temperatura optima de a una de 25 ° C. Garcia, J. &amp; León, A (2012).</p> <p>Microscópicamente (Figura 21) presenta un Verticilio: largo 32.25 X ancho 8.6 µm (Aumento 40X) Conidióforo Verticilado:</p>

<p><i>Verticillium</i></p>	<p>largo 79.55 <math>\mu\text{m}</math> Fiálide: largo 21.5 <math>\mu\text{m}</math> x ancho 1.07 <math>\mu\text{m}</math> x Conidios ovalados lisos: largo 4.3 X ancho 2.15 <math>\mu\text{m}</math> Garcia, J. &amp; León, A (2012).</p> <p>Es un hongo filamentoso ampliamente distribuido en diferentes ambientes, habita en la vegetación en descomposición y el suelo. Actualmente algunas especies pertenecientes a este género como por ejemplo <i>V. lecanii</i>, se reconocen como importantes hiperparásitos empleados en ensayos preliminares para el control biológico de insectos plagas, e igualmente en el control de hongos, como lo es el caso de algunas especies que son Ellis, D (2014</p>
<p><i>Zygorhynchus</i> sp.</p>	<p>Colonias de textura algodonosa con coloración blanquecina al inicio y tomando coloraciones: cafés, grises u oliváceas oscuras según la especie</p> <p>, presenta hifas continuas, ramificadas, desiguales, a menudo nudosas, sumergidas, postradas o formando un césped micelial algodonoso y aéreo. Presenta clamidosporas lisas, intercalares o terminales, sus esporangióforos solitarios o en un sistema irregular de simpodios, produciendo esporangios uniformes.</p> <p>Este género de hongos es un miembro común de la flora mucoral de algunos suelos , Su importancia radica básicamente en la degradación de moléculas complejas y la mineralización de los suelos Doctor fungus.(2007)</p>

## **5.7 GENERALIDADES DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN MICROBIOLOGÍA**

Para desarrollar un buen trabajo en el laboratorio, es necesario tener en cuenta algunas técnicas, llevadas a cabo durante la elaboración de prácticas, asociadas al manejo de los microorganismos, a continuación se mencionan algunas de ellas

### **Eliminación y desinfección del material**

Definiendo esterilización como la destrucción o eliminación total de los microorganismos vivos en un objeto o material, incluidas las endosporas bacterianas. La esterilidad es un estado absoluto no hay estados intermedios. Es importante recordar la necesidad de una pulcra y esmerada limpieza del material. Generalmente se utiliza la autoclave para la descontaminación de instrumentos, equipos y material que sean estables al calor, así como de material desechable. Sometiéndolos a la acción del vapor de agua a una atmosfera de sobrepresión (121°C). Es por lo tanto que en el manual se dedica un espacio para aclarar sobre la importancia de la esterilización y desinfección. Stanier, R., Ingraham, J., Wheelis, M., & Painter, P. (1992).

### **Bioseguridad**

Se define como el conjunto de medidas preventivas destinadas a mantener el control de factores de riesgos laborales, procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos logrando la prevención de impactos nocivos. Bolaño, A (2011).

### **Técnicas de tinción.**

Las técnicas de tinción son de gran importancia en microbiología puesto que son el proceso mediante el cual uno puede identificar en primera medida el tipo de microorganismo. Dentro de las que se tienen en cuenta en el manual son técnicas básicas, como lo son la técnica de tinción gram, que debido a su colorante y al proceso permite identificar grampositivas y gramnegativas, según la composición de la pared de las bacterias, también encontramos tinción simple, tinción con

verde malaquita entre otros. Stanier, R., Ingraham, J., Wheelis, M., & Painter, P. (1992).

### **Preparación de medios de cultivo**

Las prácticas enfocadas a la realización de medios de cultivo permiten comprender los diferentes requerimientos necesarios para cada microorganismo por ello. El medio de cultivo constituye el aporte de nutrientes indispensables para el crecimiento de los microorganismos, la composición precisa dependerá de la especie que se quiera cultivar, porque las necesidades nutricionales varían considerablemente. Hay microorganismos muy poco exigentes que crecen bien en medios de laboratorio normales y microorganismos muy exigentes que necesitan determinadas sustancias como vitaminas, suero o sangre para crecer. Aquiahuatl, M., Sepúlveda, T., & Barragán, I (2012)

### **Siembra de microorganismos:**

Sembrar o inocular es introducir artificialmente una porción de muestra (inóculo) en un medio adecuado, con el fin de iniciar un cultivo microbiano, para su desarrollo y multiplicación. Una vez sembrado, el medio de cultivo se incuba a una temperatura adecuada para el crecimiento. Existen diferentes tipos de siembra de acuerdo al medio utilizado y los requerimientos del microorganismo. Siembra en extensión en placa y vertido en placa, por agotamiento de estrías múltiples y siembra masiva en medio sólido. Santambrosio, E (2009).

### **Diluciones seriadas:**

Las diluciones seriadas son utilizadas en microbiología para el aislamiento de microorganismos a partir de diferente muestra (suelo, plantas, carne, fruta, leche etc.) y de esta forma obtener un número de colonias de bacterias o levaduras apropiado para su posterior estudio (cultivo puro, identificación de microorganismos). Ramírez, S (2006)



## 6. METODOLOGÍA

La investigación en la cual se basó el presente trabajo es definida como investigación documental de tipo informativa (expositiva) según Montemayor, M; García, M; Garza, Y. (2002). “Este escrito es básicamente una panorámica acerca de la información relevante de diversas fuentes confiables sobre un tema específico, sin tratar de aprobar u objetar alguna idea o postura. Toda la información presentada se basa en lo que se ha encontrado en las fuentes. La contribución del estudiante radica en analizar y seleccionar de esta información aquello que es relevante para su investigación. Por último, el estudiante necesita organizar la información para cubrir todo el tema, sintetizar las ideas y después presentarlas en un reporte final que, a la vez, sea fluido y esté claramente escrito.” (p. 57) Es así, que el diseño del manual responde a un paradigma estructuralista de enfoque epistemológico cualitativo, y en este sentido para el desarrollo del trabajo se llevaron a cabo una serie de fases, una primera que consistió en consultar varias fuentes relacionadas con la organización y definición de manuales, trabajos desarrollados con anterioridad en la Universidad Pedagógica Nacional y demás libros, documentos y artículos de los cuales se extrajo la información relevante para su posterior consolidación en nuestro trabajo.

El presente manual se realizó teniendo en cuenta las categorías de manuales propuestas por Richaudeau, (1981) es así que responde a las obras que presentan progresión sistemática, entendiéndose el manual como una herramienta útil, explícita y clara que sea asequible a estudiantes de nivel universitario, por lo tanto su estructura y lenguaje son diseñados pensando en este tipo de usuarios. Además de ello y pese a la intencionalidad práctica del manual, éste también sirve como obra de consulta, ya que contiene una sección que hace un acercamiento a las generalidades de bacterias y microhongos, específicamente a los géneros que se encuentran en el Ceparío del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.

Para el desarrollo de este trabajo se recopiló información de los trabajos de grado desarrollados a partir del año 2000 en la Universidad Pedagógica Nacional, páginas web, libros y manuales, acerca generalidades de los géneros de bacterias y microhongos presentando algunas características como: descripciones macroscópicas y microscópicas, hábitat, importancia ecológica y/o biotecnológica; apoyadas de una tabla taxonómica para cada uno de los géneros. Además algunas técnicas básicas para el desarrollo de prácticas de laboratorio (tinciones, asepsia, desinfección, etc.), normas de bioseguridad y protocolos de aislamiento de los géneros de bacterias y microhongos presentes en el laboratorio.

En la figura 3 que se presenta a continuación se hace una síntesis respecto a la metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo.

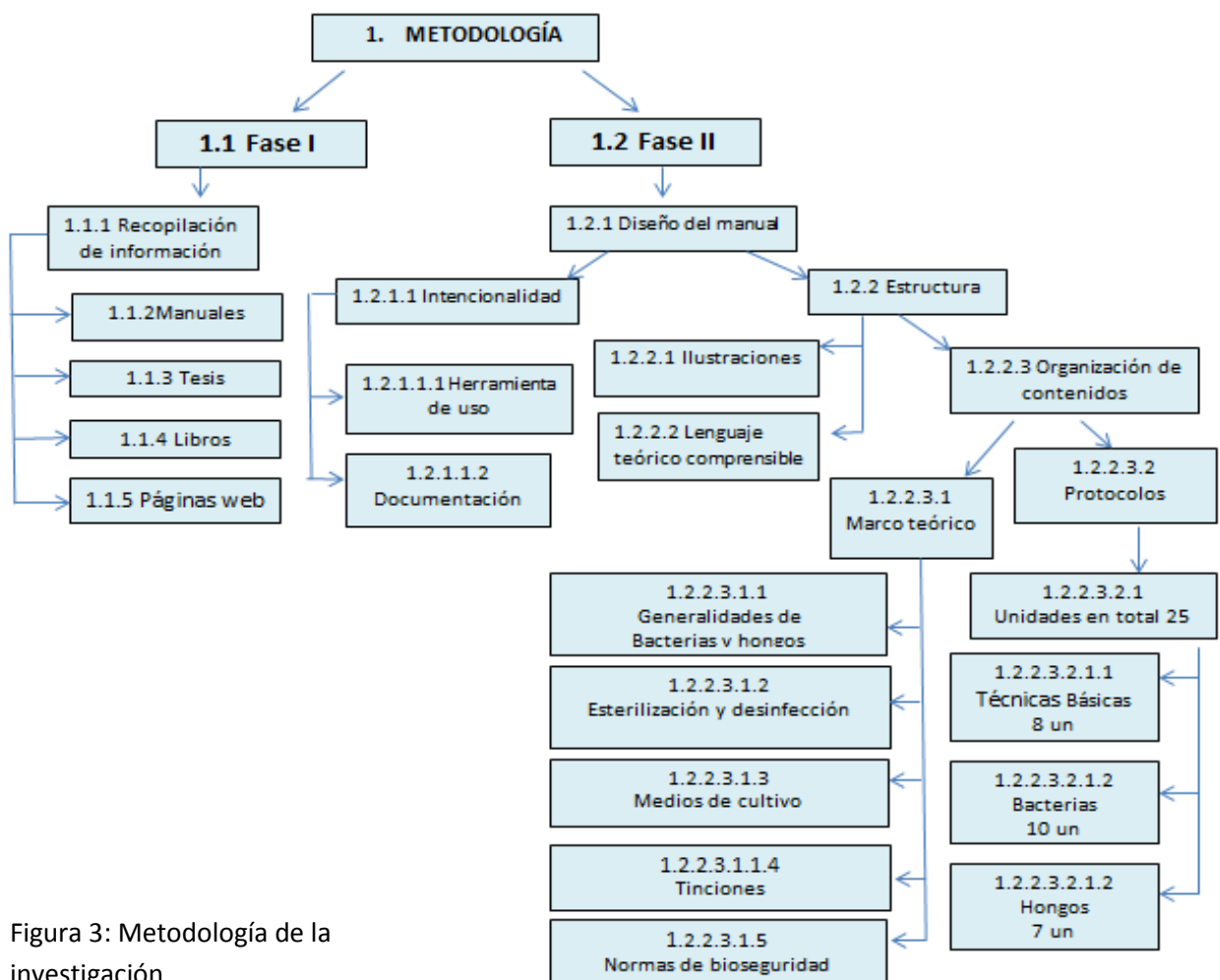


Figura 3: Metodología de la investigación

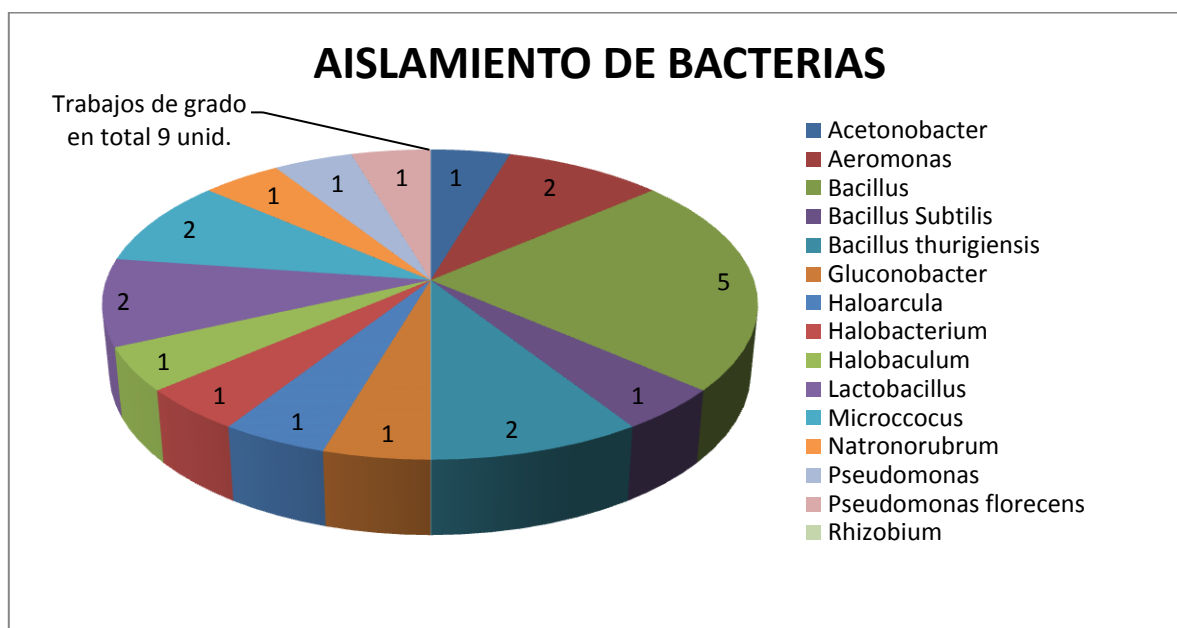
## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para la elaboración de este trabajo de grado se consultaron 29 libros, 23 páginas web, 25 tesis y 14 manuales, para poder seleccionar los temas que se presentan en el manual de prácticas de microbiología. En éste se utiliza un lenguaje sencillo y presenta información apoyada por ilustraciones acordes con el texto al cual hace referencia (ejemplo: apartado de tinciones en pág. 69 del manual), adaptadas al tipo de enseñanza escogida para el manual, teniendo en cuenta un orden lógico de exposición según Richaudeau (citado por Casallas, A & Rache, L. 2009). Así mismo se encuentran dentro del manual diferentes tipos de diagramas vistos según el autor como un instrumento útil para reflexión de un determinado tema, cuyas propiedades resultan excepcionales, tanto en la investigación científica como en la implementación de las clases entendida como una estrategia de motivación escolar desde un nivel básico hasta un nivel avanzado. Por lo tanto se puede decir que el manual se encuentra diseñado de una manera práctica que posiblemente provoque el interés de los estudiantes por el estudio de los microorganismos.

Para la construcción del manual se tuvieron en cuenta aspectos relevantes como: generalidades de los géneros de bacterias y microhongos (clasificación taxonómica, descripciones macroscópicas y microscópicas, hábitat, importancia ecológica y/o biotecnológica), técnicas básicas para el desarrollo de prácticas de laboratorio (tinciones, asepsia, desinfección, etc.), normas de bioseguridad y protocolos de aislamiento de los géneros de bacterias y microhongos presentes en el laboratorio; todo fue tomado de diferentes fuentes bibliográficas consultadas, las cuales contribuyeron en la elaboración del documento, permitiendo entonces obtener como resultado un instrumento que acopla varios elementos necesarios para el desarrollo de prácticas de microbiología en el laboratorio. Es así que se consiguió la estructuración de un manual que facilitara reconocer los diferentes materiales, requisitos de bioseguridad, técnicas, y procedimientos, indispensables en el trabajo con microorganismos. Así mismo se recopiló y se rescató la información y el trabajo desarrollado anteriormente por egresados de la

Universidad Pedagógica Nacional haciendo de ella un compilado de fácil acceso para los interesados en trabajar en ésta área.

Después de realizar una búsqueda en trabajos de grado desarrollados en la Licenciatura de biología de la Universidad Pedagógica Nacional entre los años 2004 y 2013 con respecto a información sobre aislamiento de géneros de bacterias y microhongos, se encontraron en un total de 12; los cuales fueron utilizados para la elaboración de la sección de protocolos del manual. A continuación se presentan las gráficas descriptivas de los resultados obtenidos a partir de la investigación documental.



**Figura 4. Aislamientos de bacterias.** *Acetobacter*: Cortez, L. & Bernal, C. (2010). *Aeromonas* : Cruz, J & Rodriguez, J. (2011); Cruz, F. (2013). *Bacillus*: Muñoz, C. (2005). Cruz, J & Rodriguez, J. (2011); Espriella, A (2011); Gonzales, M. (2013) y Cruz, F (2013) *Bacillus Subtilis*: Muñoz, C. (2005) *Bacillus thurigiensis*: Torres, C. (2004). Y Cruz, F. (2013) *Gluconobacter*: Cortez, L y Bernal, C. (2010) *Haloarcula*: Pedraza, K. (2010). *Halobacterium*: Pedraza, K. (2010). *Halobaculum*: Pedraza, K. (2010). *Lactobacillus*: Galindo, S. (2009) y Cruz, F. (2009). *Micrococcus*: Espriella, A. (2011) y Gonzales, M. (2013) *Natronorubrum*: Pedraza, K (2010) *Pseudomonas*: Cruz, F. (2013). *Pseudomonas florecens*: Cruz, F. (2013) *Rhizobium* Clase de Microbiología.

En los análisis de Resultados de la figura 4 de los nueve trabajos de grado consultados, se encontró que la mayoría de las cepas bacterianas, pertenecen al *Bacillus* con un total de 5 aislamientos realizados entre los años 2005-2013. Esto podría deberse a la capacidad de producir esporas, lo cual le facilita la supervivencia en variedad de ambientes. Por otro lado se logra evidenciar que los géneros con menor número de aislamiento son los géneros correspondientes a

*Haloarcula, Halobacterium, Halobaculum, Natronorubrum* la posible causa es que son microorganismos extremófilos que requieren de condiciones específicas para su supervivencia.

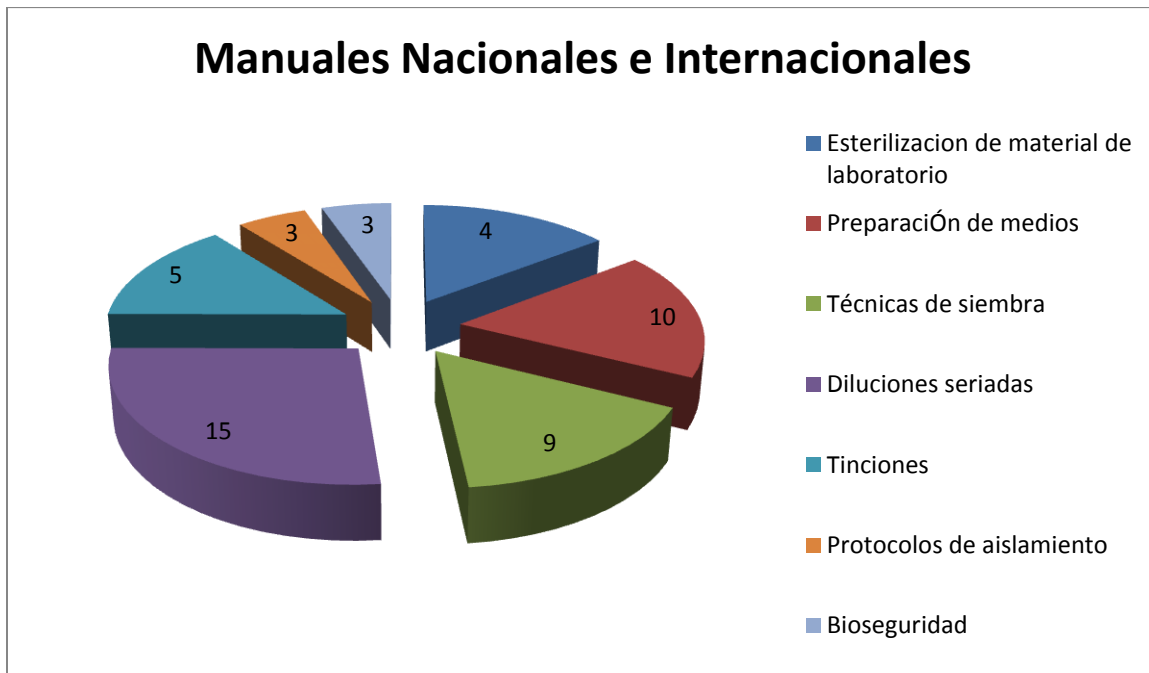


**Figura 5. Aislamientos de microhongos.** *Aspergillus*: Escobar, L (2012) y Garcia, J & Leon, A (2012). *Cladosporium*: Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Cladosporium cladosporoides*: Garcia, J. & Leon, A. *Drechslera*: Espriella, A, (2011) y Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Geotricum candidum*: Salazar, W. (2012). *Graphium*: Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Mucor*: Espriella, A, (2011); Escobar, L (2012); Salazar, W. (2012). *Mucor circinelloides*: Salazar, W. (2012). *Mucor hiemalis*: Salazar, W. (2012). *Mucor racemosus*: Salazar, W. (2012). *Nigrospora*: Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Penicillium*: Espriella, A, (2011); Escobar, L (2012) y Salazar, W. (2012). *Penicillium aurantiogriseum*: Salazar, W. (2012). *Rizophus*: Clase de sistemas microbianos. *Esclerotium*: Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Trichoderma*: Escobar, L (2012). *Trichoderma harzianum*: Salazar, W. (2012). *Verticillium*: Garcia, J. & Leon, A. (2012). *Zygorrhynchus*: Clase sistemas microbianos

En los análisis de resultados de la figura 5 de los cinco trabajos de grado consultados, se encontró que los géneros con mayor cantidad de aislamiento son

*Mucor* y *Penicillium*, lo que podría deberse a la variedad de ambientes en que habitan. Pudiéndose utilizar por su potencial biotecnológico, en el caso de *Mucor*, es productor de enzimas (proteasas) muy utilizadas en la industria. Y en el caso de *Penicillium* es productor de metabolitos primarios y secundarios de gran utilidad en la industria.

Finalmente se puede decir que todos estos trabajos de aislamientos contribuyeron a enriquecer el Cepario del Laboratorio de Biotecnología, pudiéndose entonces utilizar para la enseñanza de manera contextualizada diversos temas como metabolismo, reproducción, ecología etc.



**Figura 6. Manuales Nacionales e Internacionales:** Nacionales: Bayona et al (1999); Cuervo, R (2010); Perilla, N. (2012); Rodríguez, C. (2000); Valencia, H. (2010); Escobar, L (2012); Cruz, F, (2013) Internacionales: Aquihuatl, M. & Pérez, M. (2004); Cañedo, V. & Ames, T. (2004); Gamazo, C. et al (2005); Rodríguez, F. (2006) Universidad Complutense de Madrid. (2008). Sepúlveda et al (2012). Santana, L (2011) y Cruz, G. (2012).}

**Análisis de Resultados. Figura 7:** En éste sentido se evaluó que cantidad del total, presenta los elementos que se decidieron recopilar. Y se obtuvo que respecto a esterilización de material del laboratorio, solo 4 de ellos presentan información, 10 tienen información relacionada con la preparación de medios, 9 tienen técnicas de siembra, 15 presentan información sobre diluciones seriadas, 5 presentan información sobre tinciones, 3 en relación a aislamientos y 3 presentan información respecto a bioseguridad en el laboratorio.

La importancia de nuestro trabajo es que se recopiló toda la información de todos los manuales, así como los aspectos más relevantes acerca de bacterias y microhongos de libros. Se hace necesario aclarar que todo manual es un material que puede ser usado como herramienta de enseñanza

Por otro lado el Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, está organizado en dos secciones, una primera sección contiene las características específicas de cada género de bacterias y microhongos, tipos de cultivo para crecimiento controlado en laboratorio, normas de bioseguridad, generalidades de esterilización y tinciones como técnicas básicas para el estudio de microorganismos y una segunda sección en donde se encuentran 24 diferentes protocolos de aislamientos, los cuales constan de una corta introducción, materiales requeridos y procedimiento a seguir. Apoyados algunos de ellos por ilustraciones con un enfoque descriptivo para la técnica y procedimiento.

La estructuración del contenido se organiza pensando en un orden específico del mismo, que garantice en cierta medida la claridad del tema. Es así que el manual se presenta en dos secciones que permiten separar la teoría de la práctica, lo que le asegura al usuario hallar el contenido en el que se encuentra interesado de una manera más rápida y fácil. Además de ello contiene imágenes que pretenden especificar o aclarar parte del contenido que podría en algunas ocasiones ser complejo para la comprensión. En lo que concierne a la estructura de los protocolos, se hizo necesario que éstos constaran de una corta introducción que permita que el usuario se ubiquen dentro del contexto del protocolo de aislamiento según el microorganismos y los posibles resultados del mismo; una lista de materiales como requisito indispensable para llevar a cabo el desarrollo de la práctica y un procedimiento, estructurado paso a paso que permita al estudiante tener claridad acerca de cómo llevar a cabo su investigación

Finalmente para el diseño y la estructuración de los contenidos presentes en el manual se tuvo en cuenta a Richadeau (citado por Casallas, A., Rodríguez, L.

2009) quien presenta una propuesta de organización de un manual desde la intencionalidad del mismo como herramienta de aprendizaje y formación, útil para la enseñanza y con altas implicaciones pedagógicas. Allí especifica las características del contenido de un manual, como lo son la presentación del texto, títulos, subtítulos, ilustraciones y diagramas etc.; indispensables si se busca la comprensión por parte del usuario.

En este mismo sentido es importante mencionar que el resultado de nuestro trabajo de grado titulado : “Manual de Practicas de microbiología del cepario del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional” aporta a la enseñanza del trabajo practico y autónomo, el cual según Pozo (1996) es de gran importancia pues permite la obtención de un aprendizaje social (habilidades sociales y conductas científicas), aprendizaje de procedimientos (destreza en el manejo de instrumental de laboratorio, habilidades cognitivas e investigadoras) y aprendizaje verbal (aprendizaje literal de información de datos o aprendizaje comprensivo de conceptos). Aportó a nuestro crecimiento personal como futuras docentes en ciencias, puesto que nos permitió desarrollar y/o potencializar habilidades investigativas de carácter científico y pedagógico y fortalecer los conocimientos asociados al trabajo con los microorganismos. Y finalmente aporta a la línea de investigación como una herramienta que pueda ser incluida dentro los sistemas de documentación y gestión del laboratorio de biotecnología. En el anexo 1 se presenta el producto de este trabajo.



## 8. CONCLUSIONES

- Como producto final el “Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional” permitió recopilar información encontrada en libros de microbiología, páginas web, manuales y trabajos de grado desarrolladas por los estudiantes de la línea de investigación en biotecnología y educación obteniendo un documento con información relevante respecto a las prácticas de laboratorio y de fácil acceso a las personas interesadas en el trabajo con microorganismos.
- El manual es una herramienta útil que podría incentivar al trabajo práctico y autónomo en personas interesadas en trabajar con microorganismos, permitiendo con ello un aprendizaje de habilidades científicas, sociales, verbales y de procedimientos.
- Se estructuró un compilado que facilitará reconocer generalidades sobre bacterias y microhongos, requisitos de bioseguridad, técnicas básicas de laboratorio y protocolos de aislamiento necesarios para el trabajo en microbiología en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional.
- El manual cuenta con 24 protocolos de aislamiento de microhongos y bacterias a partir de diferentes sustratos como suelo, aire, nódulos, agua, plantas, insectos y alimentos.
- A partir de la revisión documental, se identificaron falencias en la forma en cómo se presentan los procedimientos llevados a cabo para el aislamiento de microorganismos por parte de algunos egresados.
- Aportó a nuestro crecimiento personal como futuras docentes en ciencias, puesto que nos permitió desarrollar y/o potencializar habilidades investigativas de carácter científico y pedagógico y fortalecer los conocimientos asociados al trabajo con los microorganismos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Este manual debe ser validado a nivel estético (diseño) y de contenido, por estudiantes y por expertos en microbiología para que este sea posteriormente utilizado y divulgado dentro del departamento.
- Éste documento puede ser incluido en los sistemas de documentación y gestión del cepario del laboratorio de biotecnología para el desarrollo de las buenas prácticas de laboratorio.
- Es preciso continuar con otros protocolos que se vean necesarios incluir para el buen desarrollo de las prácticas en microbiología.
- Se recomienda ampliar el manual incluyendo otros microorganismos que sean inocuos para la salud y que se puedan trabajar en el laboratorio de biotecnología de la universidad pedagógica nacional.
- Que se haga uso del manual como una herramienta de apoyo en asignaturas que utilicen microorganismos así como en semilleros de investigación en la Universidad Pedagógica Nacional.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Abarca, C., Martínez, A., Caro, M. & Quintero, R. (1992). Optimización del proceso de fermentación para producir *Bacillus thuringiensis* Var. Aisawai. Recuperado de <http://www.ibt.unam.mx/alfredo/OptimizacionBthuringiensis.pdf>

Aquihuatl, M; Pérez, M. (2004). *Manual de prácticas de laboratorio de microbiología general*. Edt. Mexico. Mexico D.F

Bayona, M., Muños, P & Pauto, R (1999) *Microorganismos de interés industrial manual de laboratorio*: Javeriana

Barnett, H.L., (1960). Illustrated genera of imperfect fungi. 2nd Edition. Burgess Publishing Company. Mineeapolis, USA, p, 225 .

Barrero, E. & Pérez, S(2003)Claves para la identificación de géneros. Recuperado de: [http://www.uv.es/barreno/Clave\\_de\\_generos\\_y\\_especies.pdf](http://www.uv.es/barreno/Clave_de_generos_y_especies.pdf) [24/07/013]

Berkeley, R., Bock, E., Brenner, D. (1994). *Bergey`s Manual of Determinative Bacteriology*: Wilkins.

Belezaca, C (2002).Etiología y manejo de la pudrición del fuste de schizolobium parahybum (pachaco) en la zona central del litoral Ecuatoriano (tesis de pregrado).Universidad Técnica Estatal de Quevedo .Ecuador

Campbell, N.,& Reece, J. (2007) *Biología. Berkeley*. California: Editorial medica Panamericana

Casallas ,A . & Rodríguez , L .(2009). Diseño y elaboración de un manual de actividades acerca del ciclo de *ischurachingaza n.sp (odonata: coenagrionidae)* en

condiciones de laboratorio, como estrategia didáctica (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia

Castillo, T. (2014) Familia Micrococcaceae. Recuperado de <http://www.monografias.com> [19/09/014]

Cuervo, R. (2010) *Manual de protocolos de microbiología general*. Universidad de San Buenaventura. Edt. Bonaventuriana. Cali- Colombia.

Cruz, G. (2012) *Manual de prácticas de laboratorio de bacteriología y micología* Universidad Autónoma Benito Suarez de Oxaca. México

Cutter, V.M. Jr. (1942). Nuclear behaviour in the mucorales. II. The *Rhizopus*, *Phycomyces* and *Sporadina* patterns. Bulletin of Torrey Botanical club, 69: 592-616.

Chaparro, A (2010). Aislamiento e identificación de metabolitos producidos por la cepa nativa SPG321 de *Mucor circinelloides* y evaluación de su actividad antimicrobiana. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Departamento de la función pública. Principios para elaborar manuales de procedimientos. Actividad. Año 1994. p.4

Domsch K. H, Gams, W. Anderson T. (1980). *Compendio de hongos del suelo*. Acad. Prensa. Londres-Nueva York-Toronto-Sydney-San Francisco.

Doctor fungus (2007) "The Official Website off the Mycoses Study Group" <http://www.doctorfungus.org/> (accesado 17 de marzo del 2014)

Ellis, M.B. (1971). Dematiaceus Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England . p, 608

Ellis, D (2014). Drechslera sp. Recuperado de [www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal)

Edward ,R ., Brian J. & Dletmar, H. (2006) .Pseudomonas. Recuperado de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) [19/09/014]

Escobar, L (2012) Aislamiento e identificación de microhongos del suelo del bosque de niebla de la merced para la colección de cepas del laboratorio de microbiología de la Universidad Pedagógica Nacional. (Tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ezziyani,M ., Pérez,C ., Ahmed ,S., Requena,M., Candela,M &Castillo , M.(2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) . En: Anales de Biología. 26: 35-45 pp..

Flores, J (2009) El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en éste complejo ambiente de aprendizaje. En *Revista de Investigación* (33)

Flores, J., Caballero, M. & Moreira, M. (2009, 18 de Diciembre). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en éste complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*. Recuperado de: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso).

Galan, C (2007) Eurotiomycetes .Recuperado de <http://www.taxateca.com/index.html> [26/09/013]

Garces, E . (2003). *Introducción a los hongos .morfología y clasificación de los hongos*. Colombia.

García, J & Leon, A. Aislamiento e identificación de hongos endófitos asociados a las hojas de *Solanum tuberosum* (*Solanaceae*) (Tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional.

García, C ., Nava, E., Apodaca, M ., Camacho ,J ., Armenta, A ., Bautista, N. Díaz, R (2009) Tecnologías de Granos y Semillas. Recuperado de <http://www.ciidirsinaloa.ipn.mx> [ 14/10/014]

García, L. & Verástegui, L. (2001). Determinación de metabolitos secundarios a partir de una cepa nativa de *Aspergillus* sp aislada del Páramo de Tablazo. Microbiólogo industrial. Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Bogotá, Colombia.

Gómez,V. (2010) *Manual de laboratorio para la capacitación, el diseño y evaluación de sistemas fotovoltaicos*. Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia

Hernández, A., Heydrich, M., Velázquez, M., & Hernández, A. (2006). Perspectivas del empleo de rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica. *Revista Mexicana de Fitopatología*. (13), p. 42 -49.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las ciencias*

Kenneth. B (1990). *Microbiología*. Séptima edición. Pág. 82- 86, 131-134. Editorial publicaciones cultural S.A. México D.F

Koneman, (2008) Diagnóstico microbiológico, texto y atlas en color, sexta ed.: panamericana

Madigan, T., Martinko, J Parker, J (2004) *Brock Biología de los microorganismos*. Diversidad procariota: bacteria, Décima edición: España : Pearson

Meseguer, S (2004). Los microorganismos halófilos y su potencial aplicado en biotecnología. Ciencia e investigación IIV Recuperado de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia>

Miguens, M. & Garrett, R. (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. Universidad de Bristol. School of Education. *Enseñanza de las ciencias*. (7)

Montemayor, M; García, M; Garza, Y. (2002). Guía para la Investigación Documental. Edit. Trillas. México

Meinardi, E (2005) ¿Cómo enseñar ciencias? .*Revista Enseñanza de las Ciencias*. (13). p 113- 128.

Mier, T ., Toriello, C (2002). Hogos microscópicos y parásitos métodos de laboratorio , Universidad autónoma metropolitana

Negroni. M (2009). *Microbiología estomatológica: fundamento y guía práctica* Buenos Aires.: Editorial medica Panamericana. p 46

Olivas ,E ., Alarcón ,L ( 2004).*Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos*. Instituto de ciencias biomédicas academia de microbiología y parasitología departamento de ciencias básicas Universidad de Cádiz.

Oren, A., Arahal, D.R., & Ventosa, A. (2 009.) Advances in Understanding the Biology of Halophilic Microorganisms.

Orjuela, .J. (1965). *Índice de enfermedades de plantas cultivadas en Colombia*. Boletín Técnico Número 11. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Bogotá, p, 66.

Ortiz, M. (2009, 07 de diciembre). Saberes disciplinares en física. [Web log post]. Recuperado de <http://saberescienciadisenfisica.blogspot.com>.

Petenello, M., Romagnoli, M & González, M. D. (2002). Poblaciones de microorganismos rizosféricos de maíz (zea mays). *Revista fave - ciencias agrarias* (3) p. 57 -64.

Pozo (1996) la distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hacen en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología revista *Enseñanza de las Ciencias*. (2) p. 256

Ramírez, S (2006, 28 de marzo). Diluciones [Web log post]. Recuperado de [diluciones.blogspot.com](http://diluciones.blogspot.com)

Ramírez ,N ., Serrano, J & Sandoval, H(2006). *Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos* en México Universidad Autónoma Metropolitana. (37)

Richaudeau, F. 1981. *Concepción y producción de manuales escolares: Guía práctica*. Secretaria Ejecutiva del Convenio Andrés Bello UNESCO. Bogotá.

Richard, A., Champe, P & Fisher, B (2007) microbiología. Barcelona: William & Wilkins.

Rozo, J. (2011), Trabajo práctico: recurso que propicia el aprendizaje significativo sobre diversidad y ecología microbiana en estudiantes de grado cuarto (4º) del colegio champagnat. En Revista *Biografía* (4), 6 Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia



Rodríguez, C. (2000) *Microbiología Ambiental*, Manual de laboratorio: Universidad del Quindío. Medellín. Colombia.

Rodriguez, A., Contreras, J., Aguilar- C., Rodriguez, H. (2007). XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Recuperado de: [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area\\_III/Carteles/CIII-16.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area_III/Carteles/CIII-16.pdf) [05/09/13]

Steinman, H. (2012). *Mucor racemosus*. Recuperado de <http://www.phadia.com> [22/02/013]

Santana, L. (2011) *Manual de prácticas microbiología industrial*, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México

Sagardoy, M., Mandolesi, M (2004). *Biología del suelo guía de estudio* .edit REUN

Stanier, R., Ingraham, J., Wheelis, M., & Painter, P. (1992). *Microbiología*. Barcelona – España: Reverté, S.A.

Santambrosio, E (2009). Trabajo práctico n° 3 Siembra y recuento de microorganismos. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

Stanley |, L (2014) Definición del protocolo de laboratorio. Recuperado de: <http://www.ehowenespanol.com/definicion-del-protocolo>. [11/02/014]

Steinman, H. (2012). *Mucor racemosus*. Recuperado de <http://www.phadia.com> [19/03/014]

Sorokin, D., Tourova, T & Muyzer, G (2012) Genero *Natronorubrum*. Recuperado de <http://microbewiki.kenyon.edu>. [11/02/014]

Universidad Complutense de Madrid (2008) Guía de prácticas en microbiología. España. Recuperado de :  
<https://cv2.sim.ucm.es/moodle/file.php/21298/Practicas/PracMicro07-08.pdf>  
[26/09/013]

Valencia, H (2010). *Manual de prácticas de microbiología de suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia: UN.

Valverde, J; Jiménez, L & Viza, A. (2006) La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las ciencias* (1) p. 59-70.

Zubeldia, J (2012). *libro de las enfermedades alérgicas de la BBVA*. Recuperado de <http://www.alergiafbbva.es/alergia.pdf> [26/10/013]

Zuñiga ,A ., Santos ,E . (2007). Susceptibilidad de bacterias ácido lácticas (BAL) frente a diversos antibióticos. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México