



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN ZOOTECNIA

Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Programa de la asignatura

MICROBIOLOGÍA

Quinto Año

1er. Semestre

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica	<i>Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia</i>
Programa Educativo	<i>Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia</i>
Nivel Educativo	<i>Licenciatura</i>
Sección Disciplinar	<i>Microbiología</i>
Asignatura	Microbiología
Carácter	<i>Obligatorio</i>
Tipo	<i>Teórico – Práctico</i>
Prerrequisitos	<i>Química orgánica e inorgánica, biología, bioquímica y fisicoquímica</i>
Profesores	<i>Dr. Luís Alberto Miranda Romero Dra. Langen Corlay Chee Dr. José Isidro Alejos de la Fuente Dr. Eliseo Sosa Montes</i>
Ciclo Escolar	<i>2022-2023</i>
Año	<i>5º</i>
Semestre	<i>Primero</i>
Horas Teoría/semana	<i>3 h</i>
Horas práctica/semana	<i>3 h</i>
Horas Totales/semestre	<i>90</i>

II. RESUMEN DIDÁCTICO

Este curso forma parte del grupo de asignaturas que se imparten a los alumnos que cursan el primer semestre del quinto grado de la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. Los conocimientos que el alumno adquiere en este curso se aplican en la producción animal. El curso consta de una parte teórica y otra parte práctica. La primera se desarrolla dentro del aula, se imparte en dos clases a la semana con una duración de 1.5 h por clase y se basa en la explicación y análisis del conocimiento generado en distintos temas relacionados con la microbiología.

La parte práctica se imparte en 3 h a la semana en el laboratorio de microbiología, donde se explican y experimentan las técnicas de preparación, observación y cultivo de los microorganismos, y para el estudio del metabolismo microbiano con énfasis en aspectos pecuarios.

Ambas partes del curso se apoyan con actividades extracurriculares entre las que destaca el Congreso Estudiantil en Microbiología Pecuaria. En éste se llevan a cabo investigaciones experimentales y bibliográficas cortas, con el fin de organizar y reforzar los conocimientos adquiridos por el estudiante y para ofrecerles una formación más integral y de trabajo en equipo. Con base en el conocimiento impartido, se diseñan tareas para dar la oportunidad al alumno de desarrollar habilidades de razonamiento, redacción y planeación, despertando la creatividad en él para la toma de decisiones y hacerlo responsable de su trabajo. Para una mejor comprensión del conocimiento en Microbiología, se emplea el pizarrón, acetatos y

diapositivas, como medios para mostrar de manera objetiva el tema a tratar. Esta materia se apoya también en las citas bibliográficas de libros, artículos científicos y de páginas de internet.

III. PRESENTACIÓN

La Microbiología es una disciplina científica que estudia el funcionamiento de la célula viva independiente, la diversidad microbiana, lo que hacen en el mundo, en nuestra sociedad, en nuestro propio cuerpo, en el de los animales y las plantas, lo cual ha permitido comprender mejor la biología de los organismos superiores, incluso del hombre. En virtud del impacto que la microbiología ha tenido en la ciencia, la salud, la agricultura y la industria de los alimentos, entre otros campos, se ha constituido como una ciencia fundamental en muchas de las carreras del área biológica y la zootecnia no es la excepción. En años recientes la forma acelerada con que se produce y divulga el conocimiento de las interrelaciones y los procesos microbianos aplicados a la producción animal como: ecología microbiana del suelo con énfasis en los cultivos forrajeros, ecología microbiana del rumen, ciego e intestino de los animales de interés zootécnico y, la bioquímica y microbiología del ensilaje, obliga a que se dediquen esfuerzos para concentrar toda esta información en un área que podemos denominar **Microbiología**.

En 1986, el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, reestructuró la cátedra de microbiología para estudiantes de licenciatura, tomando en cuenta su aplicación a la producción animal. Esto resultó en el programa de Microbiología Pecuaria, único en su tipo, que actualmente se ofrece a los estudiantes del quinto año de la carrera de ingeniero Agrónomo, especialista en Zootecnia. De forma general, la primera parte del programa (unidad I) comprende los conceptos esenciales de la microbiología con lo que se pretende capacitar al estudiante para obtener un mayor provecho de las unidades subsiguientes (II, III y IV) donde se discuten los aspectos aplicados a la producción pecuaria. El programa contempla la actualización del conocimiento con las últimas informaciones de la literatura científica.

La meta del curso de Microbiología es explicar la ciencia básica y las aplicaciones de la microbiología a un nivel que pueda ser seguido por el estudiante que se inicie en el campo de la Ingeniería Agrícola con especialidad en Zootecnia, pero al mismo tiempo generando el suficiente interés en el área de la Microbiología. Se estudian principalmente aspectos importantes en la clasificación, aplicación o utilidad de la diversidad de microorganismos (virus, rickettsias, bacterias, protozoarios y hongos) con un enfoque en la Biología Molecular, Genética, Industrial y de Alimentos Pecuarios. Así mismo, se analizan comparativamente las características de su estructura, metabolismo, ecología, evolución en estos grupos microbianos y su importancia biológica y económica.

IV. OBJETIVOS

Valorar la importancia de la Microbiología y su aplicación en la producción animal, mediante el manejo de técnicas para el estudio de microorganismos de interés pecuario, con el propósito de optimizar la producción de forrajes y la nutrición animal.

VI. CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción (Horas teoría: 31.5, Horas práctica: 15)

Objetivo: Explicar los conceptos fundamentales de la Microbiología mediante la identificación de las características macroscópicas y microscópicas de organismos procariotas y eucariotas, la comparación de sus tipos de nutrición y la experimentación de los factores que afectan su crecimiento y actividad, para subrayar la importancia de los microorganismos en la producción pecuaria.

Contenido

1.1. Definición.

1.2. Historia de la Microbiología.

1.3. Impacto de la Microbiología en la sociedad actual y la producción animal.

Práctica No. 1 Manejo del microscopio

1.4. Biología celular de procariotas.

1.5. Clasificación de los microorganismos: concepto de cepa, especie, género; características usadas para clasificar a los principales grupos microbianos.

1.6. Morfología macroscópica y microscópica de: virus, rickettsias, bacterias, actinomicetos, protozoarios y hongos.

Práctica No. 2. Morfología microbiana

1.7. Requerimientos nutricionales de los microorganismos: C, N, P, S, etc., y tipos de nutrición: autotrófica, heterotrófica, fotosintética, quimiosintética, etc.

1.8. Características y clasificación de los medios de cultivo

Práctica No. 3. Esterilización y Elaboración de medios de cultivo

1.9. Reproducción asexual en los principales grupos microbianos

1.10. Curvas de crecimiento bacteriano, sus fases y significado, y la determinación de los parámetros de crecimiento (tasa específica de crecimiento, tiempo de generación, etc.)

1.11. Factores físicos, químicos y biológicos que afectan el crecimiento y actividad de los principales grupos microbianos

Práctica No. 4. Efecto de factores físicos, químicos y biológicos en el crecimiento microbiano.

1.12. Reproducción sexual y mecanismos de transferencia de material genético en los principales grupos microbianos y su importancia en la Ingeniería Genética

Práctica No. 5. Cultivo y aislamiento de microorganismos.

2. Ecología Microbiana del Rumen, Intestino y Ciego (Horas teoría: 13.5, Horas práctica: 6)

Objetivo: Analizar las características del ambiente ruminal e intestinal monogástrico, a través del aislamiento y cultivo experimental de algunos microorganismos ruminales y habitantes intestinales (*Salmonella*), para integrar la función e importancia del ecosistema microbiano del rumen, intestino y ciego de los animales de interés zootécnico, en la salud y la producción animal.

Contenido

- 2.1. Fundamentos de ecología microbiana: interacciones microbianas
 - 2.2. El ambiente ruminal
 - 2.3. Los microorganismos habitantes del rumen
 - 2.4. Metabolismo del rumen
 - 2.4.1 Metabolismo de compuestos nitrogenados
 - 2.4.2. Metabolismo de carbohidratos y producción de ácidos grasos volátiles
 - 2.5. Ionóforos y probióticos
 - 2.6. Microbiología del ciego (conejos)
 - 2.7. Microbiología del intestino
- Práctica No. 6. Identificación de microorganismos ruminales, cecales e intestinales

3. Ecología Microbiana del Suelo en Cultivos Forrajeros (Horas teoría: 13.5, Horas práctica: 6)

Objetivo: Identificar las interacciones suelo:planta:microorganismos, con énfasis en la fijación biológica de nitrógeno y la micorriza vesículo-arbuscular, mediante la caracterización de estas simbiosis y así establecer su importancia en la conservación de la calidad de un suelo agrícola y en la producción de forrajes.

Contenido

- 3.1. Interacción suelo:microorganismos
 - 3.2. Interacción planta:microorganismos
 - 3.3. Fijación biológica de nitrógeno
 - 3.4. Micorrización Vesículo-arbuscular
 - 3.5. Producción y efecto de inoculantes microbianos
- Práctica No. 7. Cultivo de bacterias fijadoras de nitrógeno en simbiosis con leguminosas forrajeras

4. Bioquímica y Microbiología del Ensilaje (Horas teoría: 4.5, Horas práctica: 6)

Objetivo: Diferenciar los microorganismos benéficos y perjudiciales del ensilaje, a través de la discusión de las condiciones que propician las desviaciones fermentativas y el uso de aditivos e inoculantes microbianos para producir ensilados con calidad.

Contenido

- 4.1. Proceso de ensilaje
- 4.2. Microorganismos y rutas metabólicas que favorecen el ensilaje
- 4.3. Microorganismos y rutas perjudiciales para el ensilaje
- 4.4. Manipulación del ensilaje mediante aditivos e inoculantes microbianos

Práctica No. 8. Efecto del tipo de forraje en el proceso y poblaciones microbianas del ensilaje

VII. METODOLOGÍA

Se emplean métodos tradicionales de enseñanza como la exposición por parte del profesor de cada uno de los temas, mediante el uso del pizarrón, acetatos y diapositivas así como el debate de algunas unidades del programa. Además se utilizan los instrumentos necesarios en cada una de las técnicas de observación y medios de cultivo de microorganismos para evaluar la habilidad adquirida por el alumno durante el curso. Como parte del curso teórico, se formarán equipos los cuales realizarán una investigación bibliográfica o experimental de un tema de microbiología pecuaria, previamente definido por el grupo de profesores que participan en el curso. Los trabajos de investigación se presentarán en el *IV Congreso Estudiantil de Microbiología Pecuaria* que en el año 2002 se desarrollará el tema "*Ecología microbiana del suelo de cultivos forrajeros*". Los trabajos se presentarán en alguna de las tres categorías (oral, cartel o difusión). La categoría de presentación oral se destinará a los trabajos de investigación experimental, los de investigación bibliográfica se presentarán en cartel y los de divulgación de la ciencia serán libres, pudiendo presentarse en forma de diaporama, video, en computadora, folleto, artículo de divulgación, cartel, página interactiva, etc. Con el fin de publicar las memorias del congreso, todos los trabajos deben presentar un resumen con las características que se indican posteriormente.

Temas predefinidos de investigación bibliográfica. Estos temas se asignarán a 12 equipos y se basarán en investigaciones publicadas en revistas científicas, congresos (particularmente de los últimos años) o en Internet.

1. Biorremediación de suelos de praderas contaminadas por hidrocarburos
2. Agentes biológicos cementantes para la recuperación o mejora de suelos dedicados a la producción de forrajes
3. Cambios en la actividad y población microbiana por la aplicación de abonos orgánicos a suelos para uso pecuario
4. Aplicación de micorrizas para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados
5. Métodos para la determinación de la calidad biológica de los suelos
6. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos a suelos en las poblaciones y actividad microbiana
7. Calidad biológica de suelos de sistemas de producción bovina en pastoreo, silvopastoriles y cultivos forrajeros de corte
8. Actividad microbiana en la producción de compostas y su aprovechamiento
9. Población y actividad microbiana del suelo de monocultivos y cultivos asociados de plantas forrajeras de corte
10. Población y actividad microbiana de suelos cultivados con leguminosas vs. gramíneas forrajeras
11. Población y actividad microbiana de suelos cultivados vs no cultivados
12. Efecto de la aplicación de agroquímicos en las poblaciones y actividad microbiana del suelo.

Temas predefinidos de investigación experimental. Con ayuda del profesor coordinador, nueve equipos llevarán a cabo un proyecto de investigación corto. El protocolo de la investigación debe ser presentado al comité de profesores de la cátedra y aprobado antes darle inicio (01/ sep/02). El protocolo debe contener el título del trabajo, autores, introducción, un solo objetivo muy específico, metodología general y bibliografía básica. A partir de su aprobación, el equipo tendrá dos meses (septiembre y octubre) para culminar la fase práctica y el mes de noviembre para el análisis y la discusión de sus resultados, la cual será guiada por un profesor del curso y otro de diseños experimentales. En este caso, los trabajos experimentales englobarán los aspectos generales y la determinación de los cambios ocurridos en la población de bacterias, hongos y actividad microbiana, serán las variables de estudio para cada equipo. Los temas son:

Efecto del cultivo de plantas forrajeras en:

13. Las poblaciones bacterianas heterotróficas
14. Las poblaciones de hongos
15. La actividad microbiana medida como producción de CO₂

Efecto de la aplicación de abonos orgánicos (heces) e inorgánicos (N y P) a suelos con cultivos de plantas forrajeras

- a. Estiércol bovino:
 16. En las poblaciones bacterianas heterotróficas
 17. En las poblaciones de hongos
 18. En la actividad microbiana medida como producción de CO₂
- b. Sulfato de amonio y Fosfato supertriple:
 19. En las poblaciones bacterianas heterotróficas
 20. En las poblaciones de hongos
 21. En la actividad microbiana medida como producción de CO₂

Temas de divulgación de la ciencia. Los temas de esta sección deben ser de cualquier aspecto de la microbiología. El objetivo es divulgar el conocimiento científico de este campo del conocimiento; por consiguiente, no es requisito que esté relacionado con el tema del congreso. Se formarán siete equipos de alumnos, dos de los cuales desarrollarán una *obra de teatro* como medio de divulgar la ciencia. Con ayuda del profesor coordinador, el equipo presentará dentro del primer mes (agosto) el tema de trabajo y la forma de presentación (diaporama, video, periódico, cartel, etc.) y un protocolo del procedimiento a seguir.

VIII. EVALUACIÓN DEL CURSO

El curso teórico tiene un valor equivalente del 60% del curso total, el resto (40%) corresponde a la fase práctica del curso. Para promediar las calificaciones obtenidas es obligatorio que el estudiante apruebe ambas fases. La calificación mínima aprobatoria será de 66/100. La adquisición de los conocimientos teóricos se evaluará a través de al menos cuatro exámenes parciales y trabajos extra clase, mientras que la parte práctica se evaluará considerando la asistencia a las prácticas y los informes de cada una de ellas.

La participación responsable de cada estudiante y equipo en el Congreso es condicionante para que se reporte la calificación final.

IX. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

(El número entre paréntesis indica el capítulo del programa para el cual se recomienda)

- Alexander, M. 1980. Introducción a la Microbiología del Suelo. AGT Editores. D.F., México. (3)
- Hobson, P. N. 1988. The Rumen Microbial Ecosystem. *Elsevier Applied Science*. London and New York. (2)
- Madigan, M.T., Martinko, J. M., Parker, J. (1997): Brock Biología de los Microorganismos. Ed. Prentice Hall. 8ª Edición. Madrid, España. (1)
- Woolford, K. M. 1984: The Silage Fermentation. *Microbiology Series*. 14: Marcel Dekker, Inc. New York. USA. (4)

X. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Alarcón A., y Ferrera-Cerrato, R. (eds). 2000. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Colegio de Postgraduados y Mundi Prensa. México. p. 251. (3)
- Allen, O. N., and Allen, E. K. 1981. The leguminosae. A source book of characteristics, uses and Nodulation. The University of Wisconsin Press. Madison. U.S.A. (3)
- Annison, E. F., y Lewis, D. M. A. 1981. El metabolismo en el Rumen. Editorial UTEHA. México. (2)
- Atkins, C. A. 1984. Efficiencies and inefficiencies in the legume/*Rhizobium* symbiosis. A review. *Plant and Soil*. 82: pp. 273-284. (2)
- Banthe, J. J. *et al.* 1988: Dose-response relationship of the ionophore tetranasin in growing finish cattle. *Journal of Animal Science* 6: pp. 1502-1507. (2)
- Bergersen, F. J. 1980. Methods for evaluation Biological Nitrogen Fixation. Ed. John Wiley & Sons. New York. U.S.A. (3)
- Brill, W. J. 1980. Nitrogen Fixation. En: Carlson, P.S. (ed). The Biology of Crop Productivity. Academic press, Inc. USA. (3)
- Brock, T.D. Smith, D. W., y Madigan, M. T. 1987. Biología de los microorganismos. 4ª edición. Prentice Hall. Editorial Hispanoamericana, S. A. México. (1)
- Cañeque M., V., y Sancha S., J. L. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Mundi Prensa. Madrid, España. p. 260. (4)
- Clarke, R. T. J. y Bauchop, T. 1977. Microbial Ecology of the gut. Academic Press, Inc. USA. (2)
- Curl, E. A., and Truelove, B. 1986. The Rhizosphere. *Springer-Verlag*. Alemania. (3)
- Czerkawski, J. W. 1986. An Introduction to Rumen Studies. Pergamon Press, Inc. Oxford. (2)
- Elkan, G. H. 1987. Symbiotic Nitrogen Fixation Technology. Marcel Dekker, Inc. New York USA. (3)

- Ferrera-Cerrato, R., González Ch., M.C.A., y Rodríguez M, M.N. 1993. Manual de Agromicrobiología. Trillas. México. p. 142. (3)
- Fuller, R. 1986. Probiotics. *Journal of Applied Bacteriology Symposium*. Supplement, IS-7S. (2)
- Fuller, R. 1992. Probiotics. The scientific basis. Chapman & Hall. London, UK. p. 398. (2)
- Gray, G. Y. 1980. Microbiología. 3ª edición . Editorial CECSA. México. (1)
- Hungate, R. E. 1986. The Rumen and its Microbes. Academic Press. New York. (2)
- Ogimoto, K., and Imai, S. 1981. Atlas of Rumen Microbiology. Japan. Scientific Societies Press. Tokyo. (2)
- Pelzcar, M. J., Reid, R. D., y Chan, E. C. S. 1982. Microbiología. 4ª Edición. Editorial McGraw-Hill. México. p. 664. (1)
- Seale, D. R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. *Journal of Applied Bacteriology Symposium*. Supplement, 9S-26S. (4)
- Stanier, R.Y., Adelberg, E.A., and Ingraham, J.L. 1986. Microbiología. 4a. ed. Ediciones REPLA, S.A. p. 836. (1)