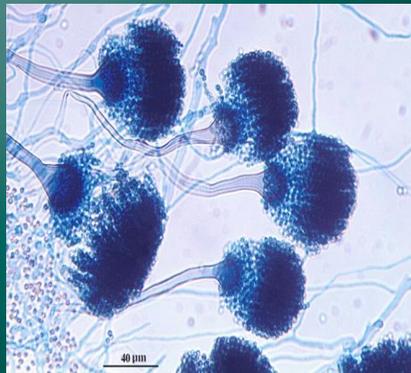




**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

“LIBRO DE TEXTO DE MICROBIOLOGÍA PECUARIA”



Autores

Jorge Alejandro Navas Saballo

Donald Antonio Morales Cerda

Asesores

Mv. Omar Navarro Reyes

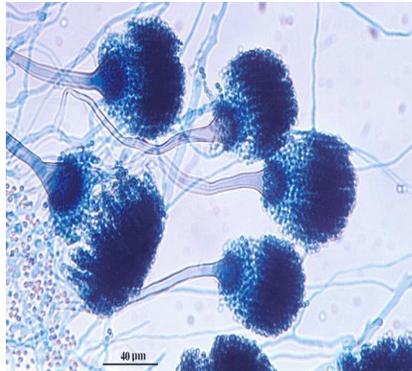
Lázaro Morejón Aldama

Managua, Nicaragua, 2016



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

“LIBRO DE TEXTO DE MICROBIOLOGÍA PECUARIA”



Autores

**Jorge Alejandro Navas Saballo
Donald Antonio Morales Cerda**

Asesores

**Mv. Omar Navarro Reyes
Lázaro Morejón Aldama**

Managua, Nicaragua, 2016

Texto de Microbiología Pecuaria

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	i
Carta del Tutor	iii
Hoja de tribunal.....	iv

Prólogo.....	1
--------------	---

UNIDAD I. Introducción a la Microbiología

1.1 Introducción.....	3
1.2 Origen y Desarrollo Histórico de la Microbiología.....	3
1.3 Reseña histórica.....	5
1.3.1 Anthony Leeuwenhoek.....	5
1.3.2 Louis Pasteur	6
1.3.3 Sergei Winogradski	7
1.3.4 Martinus Willem Beijerinck	8
1.4 Debate de los fermentos.....	8
1.5 Ramas de la microbiología.....	9
1.6 Relaciones de la microbiología con otras ciencias biológicas	10
1.7 Aplicaciones técnicas de la microbiología.....	11
1.8 Enclave taxonómico y filogenia de los microorganismos	13
1.8.1 Procariotas	16
1.8.2 Eucariotas.....	17

UNIDAD II. Estudio de las bacterias

2.1 Introducción.....	19
2.2 Ecología Microbiana.....	19
2.2.1 Condiciones físicas	20
2.3 Respiración Microbiana.....	22
2.3.1 Clasificación de los microorganismos según el tipo de respiración	23
2.4 Nutrición Microbiana.....	24
2.4.1 Fuentes de energía	24
2.4.2 Tipo de nutrición	25
2.4.3 Hábitos nutricionales.....	26
2.4.4 Medios de cultivo	27
2.5 Reproducción Microbiana	27
2.5.1 Crecimiento microbiano y su reproducción	27
2.5.2 Fases de crecimiento	28

Texto de Microbiología Pecuaria

UNIDAD III. Microbiología del ambiente

3.1	Introducción.....	31
3.2	Microbiología del suelo.....	31
3.2.1	Métodos de estudio de los microorganismos del suelo.....	32
3.2.2	Factores ecológicos que determinan las actividades y desarrollo de los microorganismos del suelo.....	33
3.2.3	Ciclo del nitrógeno (fase e importancia microbiológica).....	37
3.3	Microbiología del agua.....	39
3.3.1	Factores ecológicos que influyen en el número de los microorganismos en el agua.....	39
3.3.2	Clasificación de las aguas.....	41
3.3.3	Género y enfermedades transmitidas por el agua.....	42
3.3.4	Tratamiento y evacuación de las aguas residuales de instalaciones pecuarias.....	43
3.4	Microbiología del aire.....	46
3.4.1	Origen de los microorganismos del aire.....	46
3.4.2	Factores que alteran la estancia de los microorganismos del aire.....	48
3.4.3	Saneamiento del aire en locales.....	49

UNIDAD IV. Microflora epifítica de los alimentos en animales de producción

4.1	Concepto, características e importancia de los epifíticos.....	52
4.2	Fuentes de los microorganismos epifíticos.....	53
4.2.1	Materia cloacal.....	53
4.2.2	A partir del agua.....	53
4.2.3	A partir de los animales.....	54
4.2.4	A partir del aire.....	54
4.2.5	A partir del suelo.....	55
4.3	Factores que regulan el crecimiento microbiano en los alimentos.....	55
4.3.1	Condiciones ambiental.....	56
4.3.2	Humedad.....	56
4.3.3	Temperatura.....	56
4.3.4	Estado físico y estructura de los alimentos.....	56
4.3.5	Sustancias inhibidoras.....	57
4.4	Alteraciones que provocan los microorganismos epifíticos en los alimentos que consumen los animales.....	58
4.4.1	Granos y concentrados.....	58
4.4.2	Mieles.....	59
4.4.3	Forraje y heno.....	59
4.4.4	Ensilaje.....	60
4.5	Toxinas microbianas.....	60
4.5.1	Exotoxinas.....	61
4.5.2	Endotoxinas.....	61
4.6	Medidas profilácticas para la conservación de los alimentos.....	64
4.6.1	Deshidratación parcial del ensilaje.....	64
4.6.2	Almacenamiento.....	64
4.6.3	Elaboración de pienso y eliminación.....	64
4.6.4	Antibióticos.....	65

Texto de Microbiología Pecuaria

UNIDAD V. Microbiología de la conservación y producción de alimentos en animales de explotación

5.1	Introducción	67
5.2	Producción de alimentos de origen microbiano	67
5.2.1	Probióticos.....	67
5.2.2	Prebióticos.....	68
5.2.3	Levaduras	68
5.3	Microbiología del ensilaje.....	69
5.3.1	Microorganismos deseables	69
5.3.2	Microorganismos indeseables	70
5.3.3	Conceptos de ensilaje y fermentación.....	76
5.3.4	Tipos de ensilaje.....	78
5.3.5	Fases del proceso de ensilaje.....	78
5.4	Microbiología de la leche.....	80
5.4.1	Composición de la leche	80
5.4.2	Procedencias de los microorganismos de la leche.....	81
5.4.3	Requerimientos para obtener leche con menos cargas microorganismos	85
5.4.4	Microorganismos de la leche (saprofitos, patógenos).....	85
5.4.5	Defectos causados por microorganismos	88

UNIDAD VI. Microbiología del rumen

6.1	Introducción	94
6.2	Sistemas digestivos de los rumiantes	94
6.3	Mecanismos fisiológicos de la ruminación	96
6.3.1	Masticación y regurgitación del bolo alimenticio	96
6.3.2	Movimientos propulsores.....	97
6.3.3	Ensalivación	97
6.3.4	Digestión de las fibras.....	98
6.3.5	Producción de ácidos grasos volátiles (AGV).....	98
6.3.6	Gotera esofágica.....	99
6.3.7	Población bacteriana y protozoaria	100
6.4	Origen de los microorganismos del rumen.....	100
6.4.1	A partir de los alimentos sólidos y líquidos	101
6.4.2	A partir del agua.....	101
6.4.3	Contacto con otros animales	101
6.5	Métodos de inoculación y procedimiento de muestreo de los microorganismos del rumen.....	102
6.5.1	Indirectamente.....	102
6.5.2	Directamente	102
6.6	Naturaleza del contenido ruminal	102
6.6.1	Potencial de oxidación	103
6.6.2	pH.....	103
6.6.3	Temperatura	104
6.6.4	Contenido de la materia seca.....	104
6.7	Microorganismos ruminales.....	105
6.7.1	Bacterias.....	105
6.7.2	Protozoarios.....	108
6.7.3	Hongos ficomicetos.....	110

Texto de Microbiología Pecuaria

UNIDAD VII. Microbiología de los animales monogástricos

7.1 Introducción	112
7.2 Descripción general del tracto gastrointestinal de los animales monogástricos	112
7.2.1 Caballo	112
7.2.2 Cerdos	113
7.2.3 Aves.....	114
7.3 Géneros de microorganismos que predominan en el tracto gastrointestinal de los animales monogástricos (caballos, cerdos, aves) y su importancia.....	114
7.3.1 Características principales de los microorganismos del ciego	114
7.3.2 Ecosistema en el intestino en los animales monogástricos	115
7.3.3 Género que predominan en caballos, cerdos y aves y su importancia	116
Bibliografía	117

DEDICATORIA

Esta obra que tiene como fin la culminación de nuestros estudios profesionales como Licenciados en Medicina Veterinaria. Lo dedicamos a Dios, a nuestras familias Morales Cerda y Navas Saballo, a nuestros grandes amigos y asesores MV. Omar Navarro Reyes y Lázaro Morejón Aldama, a aquellos que decidieron dar de su tiempo y a todos los que deseen ampliar sus conocimientos en el campo de la Microbiología Pecuaria. Nos disculpamos personalmente si no incluimos en esta obra a algunos autores que gracias a sus conocimientos nos aclararon y permitieron que este conocimiento sea más enriquecedor. Presentamos este texto en restitución a los esfuerzos, los ánimos, conocimientos y guía que todos ellos nos brindaron.

Morales Cerda Donald Antonio

Navas Saballo Jorge Alejandro

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a DIOS por darnos la fuerza y sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios y por brindarnos su dirección en nuestro camino todo el tiempo, por todo esto ofrecemos la cosecha de nuestras vidas.

A todos nuestros familiares y seres queridos por darnos ánimos e inculcarnos que el poder está en nuestras manos y que no hay obstáculos que no se puedan superar. A todas aquellas personas que sin ningún interés nos brindaron su apoyo a lo largo de este trayecto de nuestras vidas como es la realización de nuestro trabajo de diploma.

A la Universidad Nacional Agraria por acogernos y brindarnos el pan del conocimiento y a cada uno de los docentes, por su apoyo brindado en el transcurso de nuestra formación. Como punta de lanza para este trabajo especial fue la Ing. Yadira Mendoza por haber iniciado con los primeros apuntes de este documento; a nuestros asesores MV. Omar Navarro Reyes, Lázaro Morejón Aldama, por guiarnos y darnos su apoyo en la realización de este trabajo especial. A nuestros compañeros de grupo por habernos brindado su confianza, amistad y saber que contamos siempre con ellos.

Sabemos que nuestro paso por la Universidad Nacional Agraria ha finalizado pero nuestros conocimientos, recuerdos y agradecimientos serán eternos y estamos seguros de que la amistad y el apoyo brindado fueron sinceros y de gran ayuda para ser cada día mejor personas, capaz de cumplir con nuestras metas y retos venideros.

Morales Cerda Donald Antonio

Navas Saballo Jorge Alejandro

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE VETERINARIA**



CARTA DE LOS ASESORES

Consideramos el presente trabajo titulado “Libro de Texto de Microbiología Pecuaria” reúne los requisitos y exigencias académicas y científicas de acuerdo a los estándares de calidad de nuestra Universidad, para ser defendida ante el honorable tribunal calificador que la Facultad de Ciencia Animal considere pertinente de acuerdo a la temática abordada.

Los sustentantes Donald Antonio Morales Cerda y Jorge Alejandro Navas Saballo, desarrollaron un extenso análisis y documentación que sin lugar a dudas dará pautas para el desarrollo pecuario en el área de Microbiología Pecuaria en Nicaragua.

Expresamos sinceras felicitaciones a los sustentantes por el excelente trabajo desarrollado, su dedicación e interés y por su gran esfuerzo en la realización de la misma. Instándoles a continuar con el mismo tesón en la práctica profesional, que sin duda lo harán colocando el sello de calidad de nuestra Universidad Nacional Agraria (UNA) en el ámbito laboral.

Atentamente.

Asesor M.V Omar Navarro Reyes

Asesor Lázaro Morejón Aldama

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE VETERINARIA**



Este trabajo especial fue aceptado, en su presente forma, por el Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), aprobada por el Honorable Tribunal Examinador nombrado por tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de:

MEDICO VETERINARIO

**En el grado de Licenciatura
Miembros del Tribunal Examinador**

Presidente (Dr. José Antonio Garay Msc.)

Secretario (Ing. Ariel Téllez Msc.)

Vocal (Ing. Pasteur Parrales)

Asesor (M.V. Omar Navarro Reyes)

Asesor (Lázaro Morejón Aldama)

Sustentante (Br. Donald Morales Cerda)

Sustentante (Br. Jorge Navas Saballo)

Prólogo

El texto de microbiología pecuaria está redactado de acuerdo con el contenido de la asignatura, consta de un parte general donde abordan los conocimientos generales de microbiología y su relación con el medio y otra parte que se refiere a los microorganismos en diferentes sustratos relacionados con la explotación y nutrición animal, por lo que el libro está orientado al desarrollo estudiantil y su objetivo fundamental hacia los conocimientos microbiológicos que requiere el Ingeniero Zootecnista y Médico Veterinario en la producción animal.

El texto sobre microbiología pecuaria constituye una herramienta importante para el desarrollo e aprendizaje de los estudiantes, toda información fue consultada de materiales bibliográficos, trabajos científicos, textos, revistas, que se requirió una labor de síntesis y selección de los aspectos necesarios para la formación de profesionales en las ciencias pecuarias.

Deseo expresar mi agradecimiento y la colaboración recibida por destacados profesores, por las recomendaciones e indicaciones propuestas al manuscrito y en las consultas, lo que ayudaron a la rectificación de algunas deficiencias y la incorporación de contenidos e información.

UNIDAD I. Introducción a la Microbiología

1.1 Introducción

1.2 Origen y Desarrollo Histórico de la Microbiología

1.3 Reseña histórica

1.3.1 Anthony Leeuwenhoek

1.3.2 Louis Pasteur

1.3.3 Sergei Winogradski

1.3.4 Martinus Willem Beijerinck

1.4 Debate de los fermentos

1.5 Ramas de la microbiología

1.6 Relaciones de la microbiología con otras ciencias biológicas

1.7 Aplicaciones técnicas de la microbiología

1.8 Enclave taxonómico y filogenia de los microorganismos

1.8.1 Procariotas

1.8.2 Eucariotas

Objetivos específicos:

- ❖ Definir la microbiología como Ciencia y sus especialidades.
- ❖ Mencionar aportes de la microbiología como Ciencia independiente y ubicación taxonómica de los microorganismos.

1.1 Introducción

En su afán por conocer hasta lo más profundo el mundo que lo rodea, el hombre no se contentó con ver los objetos a simple vista, sino que, valido de su ingenio, ha creado sofisticados instrumentos para desentrañar los misterios de los seres microscópicos.

Antes del descubrimiento de los microorganismos, la humanidad conocía y utilizaba algunos procesos y productos finales originados por la actividad normal de los mismos (microorganismos), como son: la fermentación de jugos de frutas, de la leche, fermentaciones alcohólicas, fermentación acética, con los cuales el hombre llegó a producir alimentos desde los comienzos de la civilización resolviendo parte de sus necesidades vitales.

El desarrollo de las disciplinas científicas, como sucede en la microbiología, está en estrecha dependencia con el nivel de los medios de producción, las exigencias de la práctica y el progreso alcanzado en las ciencias y la técnica.

La microbiología se interesa, entonces, por los seres vivientes microscópicos y sus actividades. El origen etimológico del término nos indica **mickros**, que significa pequeño; **bios** significa vida y **logos**, significa estudio o tratado (Morejón y Pardo2008). Aun cuando el término se usa en un sentido más estricto del que sugiere su significado, en general la microbiología es el estudio de aquellas formas vivas microscópicas estrechamente relacionadas con la actividad humana, vegetal o animal produciendo beneficios o enfermedad.

1.2 Origen y desarrollo histórico de la microbiología

La microbiología nace en el año de 1678 debido a Anthony Leewenhoeck que descubrió animálculos que logró visualizarlos a través de un microscopio simple fabricado por él; por ello se le considera como el padre de la Microbiología (Pérez et al. 1992).

La microbiología es la ciencia que se ocupa del estudio de los microorganismos, es decir, de aquellos organismos demasiados pequeños para poder ser observados a simple vista y cuya visualización requiere el empleo del microscopio.

Todos los aspectos y enfoques desde los que se puedan estudiar los microorganismos conforman lo que denominamos objetivo formal de la microbiología esto es; características taxonómicas, estructurales, fisiológicas, bioquímicas, genéticas, ecológicas, etc., que conforman el núcleo general o cuerpo básico de conocimientos de esta ciencia.

Estudia los nichos ecológicos de los correspondientes agentes, los diversos aspectos de la microbiología clínica en sus interacciones con el hospedador, los mecanismos de defensa de éste, así como los métodos desarrollados para combatirlos y controlarlos, además de la obtención de materias primas o elaboradas y de su modificación, y mejora en los flujos productivos de las sociedades.

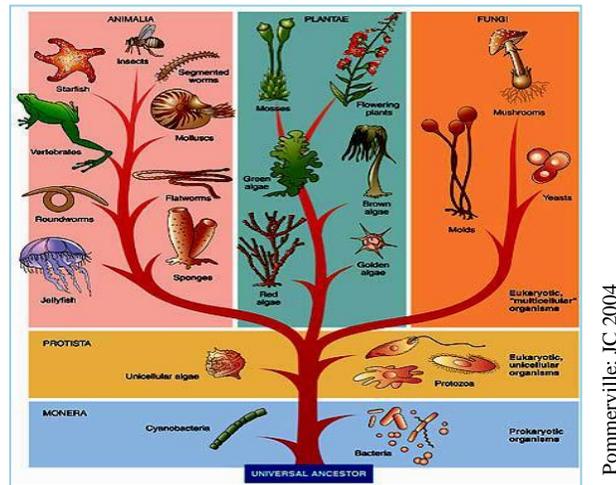


Fig. 1 Evolución de Microorganismos

Durante los siglos XVI –XVIII y en particular en el periodo de la revolución industrial se fueron acumulando observaciones y resultados de las investigaciones en los diversos campos de la medicina, en los trabajos realizados en la óptica se obtuvieron cristales con suficiente aumento que permitieron descubrir los microorganismos constituyendo un hecho transcendental del siglo XVIII.

Podemos distinguir cuatro etapas o periodos en el desarrollo de la microbiología.

- ❖ Primer período; eminentemente especulativo, que se extiende desde la antigüedad hasta los primeros microscopistas.
- ❖ Segundo período; de lenta observación de acumulación de observaciones desde 1675 hasta la mitad del siglo XIX que arranca con el descubrimiento de los microorganismos por Leeuwenhoek.
- ❖ Tercer período; de cultivos de microorganismos, que llega hasta finales del siglo XIX donde las figuras de Pasteur y Koch encabezan el logro de la microbiología como ciencia experimental bien confirmada.

- ❖ Cuarto período; desde principios del siglo XX hasta nuestros días en los que los microorganismos se estudian en toda su complejidad fisiológica, química, genética, etc., y con el crecimiento de la microbiología surgieron otras disciplinas especializadas.

1.3 Reseña histórica

En el Siglo XVI surgieron sobre los aspectos de la física óptica (lentes de aumento), pero no se encontró una aplicación inmediata. Se dice que Galileo hizo unas observaciones microscópicas invirtiendo su telescopio a partir de lentes montadas en un tubo, pero en cualquier caso no tuvo ninguna repercusión (**García. 1986**).

La primera referencia segura sobre un aparato amplificador (microscopio) en 1621 se debe a Constantijn Huygens que relata que el inglés Cornelis Drebbel tenía en su taller un instrumento magnificador, que recibió el nombre de microscopium en 1625 en la Academia de Lincei, de Roma.

1.3.1 Anthony Leeuwenhoek

La ciencia que estudia los microorganismos nace en 1678 debido a los descubrimientos de Anthony Van Leeuwenhoek (1632-1723) quien en su pasión por pulir y montar lentes casi esféricas sobre placas de oro, plata o cobre. Fabricó unos cuatrocientos microscopios simples, con los que llegó a tener un aumento de casi 300 diámetros (**Kruif. 2000**).

En 1675 descubrió en una gota de agua de estanque una asombrosa variedad de pequeñas criaturas a las que llamo “animálculos”. En 1683 descubre las bacterias, por lo que se considera el “Padre de la Microbiología”.

Durante varias décadas Leeuwenhoek fue comunicando sus descubrimientos a la Royal Society de Londres a través de una serie de cartas que se difundieron, en la traducción inglesa, en las “Philosophical Transactions”.

Sus magníficos dotes de observador le llevaron a describir protozoos (como las Giardias, que encontró en sus heces), la estructura estriada del musculo, la circulación del capilar, a descubrir los espermatozoides y los glóbulos (por lo que se considera en padre de la histología animal), así como a detallar diversos aspectos estructurales de las semillas y embriones de la planta. Leeuwenhoek se percató de la abundancia y ubicuidad de sus animáculos, observándolo en vinagre, placa dental, etc. (García. 1986).

Además de hacer aportes a lo que se conoce como hoy en día como ecología microbiana permitiendo que sus sucesores desarrollaran la joven microbiología como una ciencia.

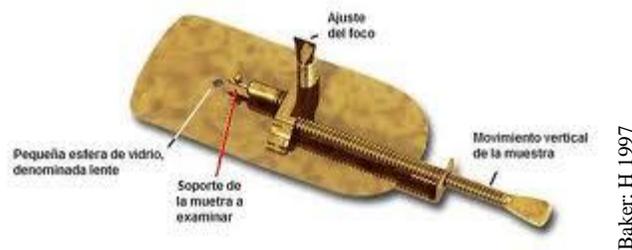


Fig. 2 Microscopio simple de Leeuwenhoek

1.3.2 Louis Pasteur

El relevante científico y microbiólogo francés Louis Pasteur (1822-1895) aportó importantes descubrimientos en el campo de la microbiología, demostró la naturaleza Microbiológica de la fermentación alcohólica (1860), láctica y butíricas (1860), descubrió la presencia de la respiración anaerobia de algunos microbios, definió la putrefacción es debida a la actividad de algunas especies microbianas , descubrió las causa de las alteraciones en los alimentos(vino, cervezas, etc.) y las medidas para su control, siendo evidente que sus aportes constituyeron las bases para el desarrollo de la microbiología industrial (Kruif. 2000).

Pasteur confirmó además la hipótesis del físico y químico Robert Boyle al afirmar que la etiología de las enfermedades contagiosas la interpretaría quien explicara la naturaleza de la fermentación, el carbunco y la rabia, le sirvió para el uso de la vacunación preventiva.



Debre; P 2000

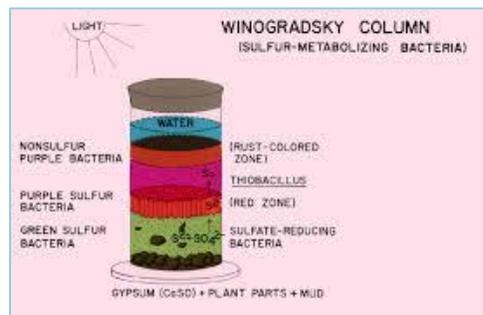
Fig. 3 Louis Pasteur

Con sus descubrimientos la cirugía fue enriquecida siendo en general sus trabajos fundamento para el desarrollo de la microbiología médica.

1.3.3 Sergei Winogradski

Winogradski descubrió varios ciclos biogeoquímicos y partes de estos ciclos. Estos descubrimientos incluyen:

Su trabajo sobre la reducción del sulfato bacteriana por la que primero se hizo famoso, incluida la primera forma conocida de lithotrophy (**Torre. 1979**).



Liobel; BA 2007

Fig. 4 Columna de Winogradski

Su trabajo sobre el ciclo del nitrógeno como:

La identificación del obligado anaerobia *Clostridium pasteurianum* capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y que viven en nódulos de las raíces de leguminosas.

- ❖ Quimiosíntesis.
- ❖ La columna Winogradski.

1.3.4 Martinus Willem Beijerinck

Beijerinck descubrió también el fenómeno de las bacterias reductoras de sulfato, una forma de respiración anaeróbica. Descubrió que algunas bacterias eran capaces de usar sulfato como aceptador de electrones en lugar del oxígeno. Este descubrimiento ha tenido un impacto importante en la comprensión de los ciclos biogeoquímicos. Beijerinck aisló y describió la primera bacteria sulfito reductora, la desulfuricans. Inventó el medio de enriquecimiento, un método fundamental de estudio de los microorganismos del medio ambiente (Kruif. 2000).

1.4 Debate de los fermentos

Un segundo factor contribuyente al nacimiento de la ciencia microbiológica fue el establecimiento de la relación que une ciertas transformaciones químicas que se dan en las infusiones con el crecimiento de los gérmenes en ellas existentes. Cagniard –Lautour en 1836, y Schwann y Kützing en 1837 habían sugerido que las levaduras eran causantes de la fermentación alcohólica por la que el azúcar pasa a alcohol etílico y dióxido de carbono , donde se encontraron con la crítica adversa a los grandes químicos de la época (Berzelius, Wohler y Liebig) Liebig, en 1840, había realizado importantes confirmaciones a la “teoría mineral” sobre la nutrición de las plantas, enfrentándose a la “teoría del humus” sostenida por Thear, asentando un golpe a las ideas vitalistas heredadas de Leibniz. Puesto que se consideraba a las levaduras como plantas microscópicas, se suponía que los procesos de fermentación y putrefacción se debían a fenómenos químicos de descomposición y muerte encuadrables en el marco de la teoría mineral de la fisiología vegetal. Su convencimiento de que toda actividad vital se podía explicar en términos de química y física retraso por algún tiempo la adscripción de estos fenómenos a células vivas (Morejón y Pardo2008).

Fue Pasteur en 1857 demostró que los agentes de la fermentación láctica eran microorganismos, trabajando sobre un problema que había surgido entre los destiladores de Lille cuando en sus recipientes de fermentación alcohólica se vio sustituida por una indeseable fermentación láctica. Este fue el inicio de una larga serie de estudios que habría de durar hasta 1876, en los que Pasteur identifico distintos microorganismos responsables de diferentes clases de procesos fermentativos (Morejón y Pardo2008).

Trabajando sobre los agentes de la fermentación butírica, Pasteur descubrió la presencia de microorganismos que se desarrollan en ausencia de oxígeno, lo cual desmentía la creencia de que todas las formas de vida necesitan aire para vivir, lo cual determinó los siguientes términos aerobios y anaerobios para denominar, respectivamente; a la vida en presencia y en ausencia de oxígeno (Morejón y Pardo2008).

Tras el descubrimiento de la anaerobiosis, Pasteur comprendió las distintas implicaciones energéticas subyacentes a la utilización de sustratos orgánicos en presencia y ausencia de oxígeno, demostrando que, en el segundo caso el rendimiento (medio como crecimiento microbiano) era siempre menor, al no poder realizarse de degradación total de las correspondientes sustancias (Morejón y Pardo2008).



Fig. 5 Balón de cuello de cisne

Una profundización en los fenómenos de fermentación llegó cuando en 1897 Bucher obtuvo, a partir de levaduras, una preparación enzimática (zimasa) que era capaz de realizar la misma transformación de “fermentación” que las células vivas. Este descubrimiento que describían las propuestas de Berzelius y Liebig, supuso en la realidad la confluencia de los enfoques químico y biológico: las fermentaciones eran procesos químicos catalizados por enzimas presentes dentro de las células vivas, que podían ser estudiados extracelularmente. De esta forma, la bioquímica, nacida como una rama de la química fisiológica, que se venía especializando en la enzimología encontró una alianza fructífera y duradera con la microbiología (Morejón y Pardo 2008).

1.5 Ramas de la Microbiología

La microbiología, desde el descubrimiento de los primeros seres vivos microscópicos hasta nuestros tiempos ha tenido un desarrollo intenso.

Con el apoyo de los instrumentos ópticos y la abundante y diversa información reunida de los microorganismos, ha requerido un ordenamiento de sus contenidos y ha dado lugar al surgimiento de ramas científicas especializadas que permiten profundizar en las particularidades de cada grupo microbiano (García. 1986).

Uno de los asuntos donde la microbiología ha facilitado los estudios biológicos ha sido en el campo de la genética. Los microorganismos por su dotación genética sencilla permiten conocer el detalle de la herencia, así por tener un proceso de reproducción rápida aporta conocimientos sobre la transmisión de los caracteres hereditarios; otros fenómenos dentro de la genética como son las mutaciones, son seguidas en detalle e incluso utilizadas para la obtención de cepas altamente eficientes en procesos industriales donde se utilizan los microorganismos para producir sustancias y alimentos (Pérez *et al.* 1992).

En los microorganismos podemos estudiar y observar los procesos vitales de las células como son: el metabolismo, crecimiento reproducción, envejecimiento y muerte; es posible hacer modificaciones del medio ambiente o incluso nutricional para conocer sus reacciones pudiéndose hacer variar su esquema genético sin destruir el organismo, lo que permite sacar importantes informaciones (Pérez *et al.* 1992).

Otras de las cuestiones que ayudaron a conocer los microorganismos de forma independiente consistió en las interrelaciones de las células con el medio ambiente, esto permitió estudiar las reacciones de respuesta de las células a los estímulos del exterior, así también los mecanismos de defensa y adaptabilidad según las nuevas condiciones a factores como luz, temperatura, presión, sustancias químicas, etc., los cuales se conjugan e inciden en el normal funcionamiento celular (Pérez *et al.* 1992).

Las relaciones de las células con otros organismos vivos constituyo elementos informativos muy importantes que han sido estudiados por microbiólogos, médicos, patólogos, etc.; con gran intensidad lo relacionado con los procesos de la inmunidad, las relaciones parásitos-huésped, los mecanismos de defensa a nivel celular, los estudios sobre los virus y sus infecciones en planta y animales (Pérez *et al.* 1992).

1.7 Aplicaciones de las técnicas de microbiología

La microbiología debido al desarrollo de esta ciencia ha requerido para su aplicación la división en secciones que constituyen por su contenido una elevada especialización.

- ❖ **Microbiología General:** estudia los caracteres generales de los microorganismos de nuevas especies, la profundización en los procesos intracelulares microbianos, sus relaciones con el medio, procesos reproductivos donde se desarrollan la genética microbiana y se utilizan los isotopos en la investigación (García, 1986).
- ❖ **Microbiología Sistemática:** abarca la clasificación metódica ordenamiento, nomenclatura, identificación y organización de todos los microorganismos (García, 1986).

- ❖ **Microbiología Industrial:** constituye una de las ramas de aplicación más desarrollada donde el hombre utiliza los microorganismos en procesos industriales para la fabricación de cerveza, queso, mantequilla, ácido láctico, encurtidos etc. También se aprovecha la actividad bioquímica microbiana para la producción de medicamentos, enzimas, vitaminas, pienso, etc. (García, 1986).
- ❖ **Microbiología agrícola:** corresponde a los estudios sobre microbiología fitopatológica abarcando el ciclo de las enfermedades en las plantas y su control químico –biológico. También la microbiología del suelo estudiando los procesos de transformación de la materia orgánica en el suelo y su fertilidad por los microorganismos de esta habitad (García, 1986).
- ❖ **Microbiología pecuaria o zootécnica:** corresponde al estudio de los microorganismos relacionados con las instalaciones pecuarias y la cría de las especies económicas y abarca el estudio de los microorganismos presentes y sus efectos en la alimentación de los animales de reproducción, así como la producción de alimento de origen microbiano (García, 1986).

Dentro de la nutrición animal profundiza en la participación de los microorganismos del tracto digestivos de rumiantes y monogástricos en la economía nutricional del mismo. Incluye los conocimientos sobre la conservación de forraje (ensilaje) y otros aspectos ligados a la producción pecuaria.



Reyes, A 2010

Fig. 7 División de microbiología

- ❖ **Microbiología médica:** estudia todo lo relacionado con los agentes etiológicos, las patologías, su control, propagación, etc. Se divide en humana que estudia los microorganismos patógenos de los hombres o veterinaria que estudia los microorganismos patógenos de los animales domésticos. también aborda los procesos preventivos y la de reacción inmunológica (García, 1986).
- ❖ **Microbiología bromatológica o de los alimentos:** estudia los procesos que se utilizan para la conservación de los alimentos, así como el análisis bromatológico de calidad microbiana para determinar su consumo (García, 1986).
- ❖ **Microbiología sanitaria:** estudia los microorganismos del ambiente (aire, agua, sustancias residuales) y los procesos de depuración de aguas, saneamiento, limpieza y aplicaciones de medidas profilácticas en viviendas e industrias (García, 1986).
- ❖ **Microbiología del espacio:** en nuestra época con el desarrollo de las investigaciones cósmicas se trabaja en los conocimientos sobre la posible presencia de microorganismos en el espacio, así también en los experimentos en condiciones de ingravidez aportan interesante información (García, 1986).

1.8 Enclave taxonómico de los microorganismos

La clasificación taxonómica es común en la microbiología así también la identificación se realiza por grupos partiendo de las características morfológicas, fisiológicas funcionales, nutricionales.

Se pueden clasificar en:

- ❖ **Bacterias:** son organismos unicelulares, sin núcleo, ni clorofila, con procesos de reproducción asexual, varían en su forma y pueden vivir en ausencia de oxígeno, están en todos los sustratos incluyendo el aparato digestivo de los animales y el hombre. Existen géneros patógenos y otros que participan en la producción y conservación de alimentos para los animales de producción (Torre, 1979).
- ❖ **Mohos:** poseen núcleo, varían en su tamaño y forma, son pluricelulares, tienen estructuras especializadas, son aerobios, se desarrollan a partir de la materia orgánica donde causan transformaciones lo que origina alteración de los alimentos y producción de sustancias tóxicas. Existen géneros patógenos y otros son beneficiosos (Torre, 1979).

- ❖ **Levaduras:** son organismos unicelulares, de gran tamaño, forma elíptica con producción asexual y sexual. Pueden desarrollarse en ausencia de oxígeno y poseen capacidad fermentativa en sustratos azucarados, son utilizados en la producción de alimento para el hombre y animales (Torre, 1979).

Los mohos y levaduras con las levaduras constituyen los hongos, a los primeros se les denomina hongos filamentosos y a los segundos hongos unicelulares.

- ❖ **Algas:** son organismos muy primitivos unicelulares o formado por la asociación de células semejantes; existen también células especializadas en estructura más complejas. Las algas poseen clorofila por lo que realizan la fotosíntesis localizándose en lugares húmedos (Torre, 1979).



Gómez, GA 2014

Fig. 8 Algas marinas

- ❖ **Rickettsias:** son de menor tamaño que las bacterias, polimorfas, pudiendo ser ovoides y bastonadas; son parásitos obligados intracelulares de los insectos, se transmiten al hombre y animales en los cuales pueden provocar enfermedades (Torre, 1979).
- ❖ **Micoplasma:** son de escasas dimensiones, de forma variada, carecen de pared celular, causan enfermedades en los animales y el hombre en los órganos reproductivos y sistema urogenital (Torre, 1979).

- ❖ **Protozoos:** son unicelulares con marcadas diferenciaciones morfológicas, fisiológicas y nutritivas con relación al resto de los microorganismos, hay géneros que viven en ausencia de oxígeno. Algunos son patógenos y otros que tienen una amplia participación beneficiosa en los procesos transformativos en los rumiantes (Torre, 1979).



Schnode; R 2001

Fig. 9 Protozoo ciliado

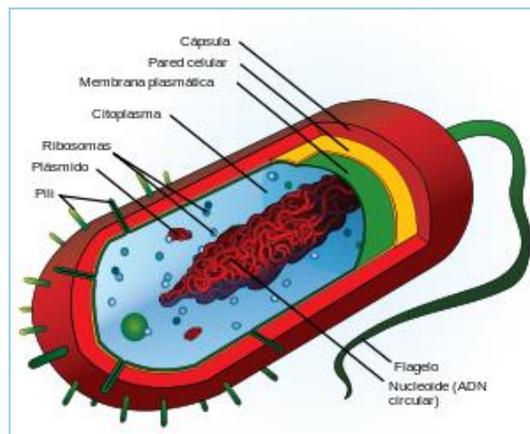
- ❖ **Actinomicetos:** son organismos unicelulares filamentosos con caracteres de las bacterias y los hongos. Se localizan en el suelo y actúan en la transformación de la materia orgánica compleja del suelo (Torre, 1979).

Tras el descubrimiento de los microorganismos, se intentó encuadrarlos en dos grandes reinos reconocidos por la Biología de la época, en base a los rasgos que entonces servían para distinguir entre plantas y animales. De este modo, a finales del siglo XVIII el reino Vegetal englobaba a las algas y a los hongos. Mientras que en el reino Animal habilito el grupo de los Infusoria para incluir los microorganismos que presentaban movilidad.

El biólogo francés Chatton, en su intento de establecer una filogenia universal, se había dado cuenta que la ausencia de un auténtico núcleo rodeado de membrana en las bacterias justificaba crear dos grandes reinos: procariotas y eucariotas.

1.8.1 Procariotas

Caracterizadas porque su material genético (un cromosoma circular de ADN de doble hebra) no está recluido en un recinto rodeado de membrana, si no inmerso en el citoplasma; este cromosoma se replica de modo amitótico y la división celular suele ser por fisión binaria; carecen de orgánulos rodeados de membrana tales como mitocondrias, cloroplastos, retículo endoplásmico, lisosoma, así como de undilipodios (cilios y flagelos de estructura fibrilar 9+2 y rodeados de membrana citoplasmática); sus ribosomas tienen un coeficiente de sedimentación de 70S; su citoplasma está envuelto por una membrana celular que sirve de barrera selectiva respecto del medio exterior, con funciones de transporte de nutrientes, producción de energía de biosíntesis de ciertas moléculas (Morejón y Pardo, 2008).



Fajardo; SK 2012

Fig. 10 Estructura de célula procariota

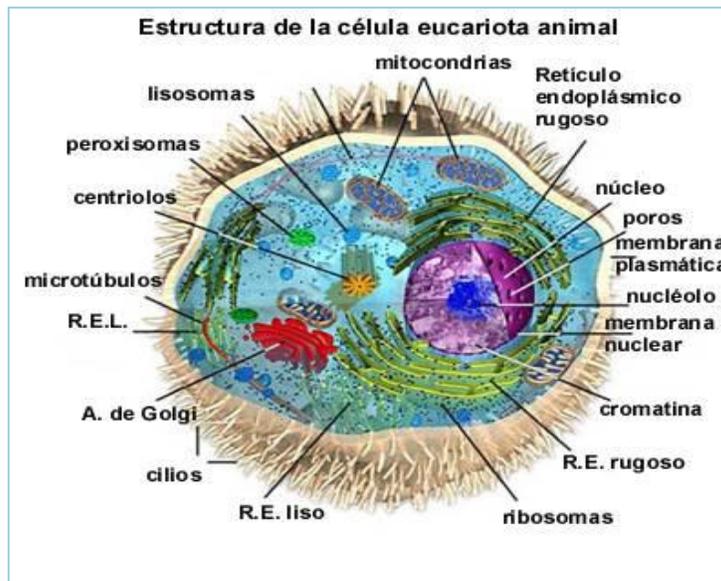
La mayoría de las bacterias presentan, externamente a la membrana citoplasmática, una pared celular que, en el grupo de las Eubacterias está basada en una macromolécula peculiar denominada péptidoglucano, mientras que en el arqueobacterias este se ve sustituido por una variedad de tipos moleculares y estructurales exclusivos.

1.8.2 Eucariotas

Son seres vivos unicelulares o pluricelulares, pero nunca con diferenciación de tejidos, pudiendo ser coloniales, cenocíticos o miceliares, y cuyo pequeño tamaño obliga a emplear el microscopio para observar y analizar su estructura.

Su organización celular eucariota se caracteriza por su compartimentalización estructural y funcional: el material genético ADN de doble hebra repartido en varias cromosomas, y normalmente unido a proteínas básicas especiales, se alberga en un núcleo rodeado de membrana; pueden existir diversos orgánulos limitados por membranas : retículo endoplásmico, aparato de Golgi, lisosomas, mitocondrias, etc.; las células pueden disponer de uno o de varios orgánulos de locomoción (cilios y flagelos, denominados genéricamente como undilipodios), con una estructura de 9+2 fibrillas internas, envueltas por prolongaciones de la membrana citoplasmática (Morejón y Pardo, 2008).

Sus ribosomas, más grandes y complejos que los procariontes, poseen un coeficiente de sedimentación de 80S, y el citoplasma contiene ciertos tipos de elementos citoesqueléticos (microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios).



Margulis; L. 2002

Fig.11 Célula eucariota animal

UNIDAD II. Estudio de las bacterias

2.1 Introducción

2.2 Ecología Microbiana

2.2.1 Condiciones físicas

2.3 Respiración Microbiana

2.3.1 Clasificación de los microorganismos según el tipo de respiración

2.4 Nutrición Microbiana

2.4.1 Fuentes de energía

2.4.2 Tipos de nutrición

2.4.3 Hábitos nutricionales

2.4.4 Medios de cultivo

2.5 Reproducción Microbiana

2.5.1 Crecimiento microbiano y su reproducción

2.5.2 Fases de crecimiento

Objetivos específicos:

- ❖ Definir a los microorganismos por su estructura, función respiración, nutrición y reproducción.
- ❖ Valorar la importancia de los microorganismos en producciones pecuarias.

2.1 Introducción

Se considera que las bacterias son los organismos más pequeños de vida libre existentes en la naturaleza, ya que son capaces de crecer y reproducirse utilizando nutrimentos del ambiente donde se encuentran.

La célula bacteriana es procariota, por lo cual es más sencilla que los órganos superiores. Están presentes en todos los sustratos, como el aire, aire alimentos e incluso en el aparato digestivo; esto permite tomar las medidas de manejo e higiene necesaria para evitar sus efectos negativos como las enfermedades y el deterioro de los alimentos para en el consumo animal.

Las bacterias tienen efectos favorables cuando se aprovecha en la conservación de masa vegetal verde mediante el ensilaje; actúa en la transformación de la materia orgánica y la incorporación de nitrógeno atmosférico al suelo vía biológica.

Son organismos unicelulares que no poseen núcleo organizado y carecen de membrana nuclear, con una sustancia cromatinica nuclear, repartida en el citoplasma y visible en el momento de la reproducción.

Tiene una producción muy amplia y gran capacidad de adaptación, así también algunos géneros son capaces de elaborar formas resistentes que les permite mantenerse latente en lugares adversos.

2.2 Ecología bacteriana

Todos los microorganismos realizan su desarrollo y crecimiento en estrecha relación con el medio que lo rodea, influyen en gran medida sobre los procesos vitales de los organismos vivos las condiciones físicas, químicas y biológicas (Pérez *et al.* 1992).

Es necesario conocer los factores que propician el desarrollo de los grupos microbianos para mantener las condiciones y obtener cepas de cultivo puros en el laboratorio, y así poder estudiar e identificar a los mismos (Pérez *et al.* 1992).

También para el aprovechamiento de géneros beneficiosos en los procesos de conservación de alimentos de ganado y el uso de cepas microbianos altamente eficiente en las industrias de alimento (Pérez *et al.* 1992).

Se hace necesario conocer las condiciones nutritivas como ambientales para su óptima utilización. Es importante conocer los factores y que magnitud mantiene la actividad normal de la microflora de cada sustrato para evitar alteraciones y trastornos; así tenemos microorganismos del suelo, de la leche, el rumen, el agua, el aire (Pérez *et al.* 1992).

Conocer los límites máximos y mínimos de los factores ambientales que inciden en el desarrollo microbiano nos permite en caso de ser perjudicial, inhibirlo e incluso destruirlo a través de las medidas de control e higiene (Pérez *et al.* 1992).

Las condiciones ambientales tanto físicas, químicas y biológicas actúan a la vez sobre un microorganismo, estando influenciada mutuamente por lo que el conjunto incide en los caracteres morfológicos y fisiológicos para ese hábitat en específico, pudiendo presentarse modificaciones sustanciales de la vida microbiana en correspondencia con el medio exterior (Pérez *et al.* 1992).

2.2.1 Condiciones físicas

❖ Temperatura

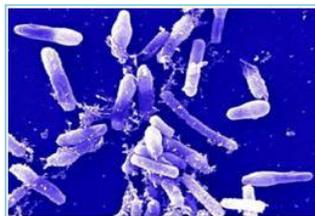
Temperatura mínima: es la temperatura más baja que permite el desarrollo microbiano, el desarrollo es muy lento si la temperatura desciende, cesa el crecimiento al presentarse un retraso en los procesos metabólicos (Pérez *et al.* 1992).

Temperatura óptima: propicia un rápido crecimiento rápido donde los tiempos de generación son más cortos pudiendo no coincidir esta temperatura para otras actividades celulares. La temperatura de incubación donde hay crecimiento más rápido en 12-24 horas se le denomina de crecimiento óptimo (Pérez *et al.* 1992).

Temperatura máxima: es la temperatura más alta que se puede desarrollar y multiplicar una especie, por encima de este el valor la célula muere debido a las lesiones en los ribosomas, la desnaturalización de las proteínas y la alteración de la barrera osmótica (Pérez *et al.* 1992).

Partiendo de este intervalo de desarrollo los microorganismos se clasifican en los siguientes grupos:

Psicrófilos: Tienen una temperatura mínima de 0°C y una máxima de 30°C con una óptima de 15°C, se encuentran en agua muy frías y en el suelo algunas especies se denominan Psicrófilos facultativos por que se desarrollan a temperatura media son los causantes del deterioro de los alimentos (carne, vegetales, etc.) en los equipos de refrigeración (García, 1986).



Senini, P 2012

Fig.12 *Psychrobacter Spp.*

Mesófilos: pertenecen la mayoría de las especies microbianas saprofitas y patógenas. En este grupo se encuentran dos zonas de temperatura de desarrollo , la primera tiene un mínimo de 5°C con una máxima de 30 °C y con una temperatura óptima de 18 °C, está integrado por microorganismos saprofitos del suelo , el agua , los alimentos siendo causantes de diferentes transformaciones bioquímicas en los sustratos , la segunda poseen una temperatura mínima de 25°C y una máxima de 50°C con una óptima de 45°C, está formado por microorganismos que se adaptan a la temperatura del hospedero, pudiendo ser patógenos (*Brucella*, *Staphylococos*), (García, 1986)



Fig.13 Crecimiento de un microorganismo a 37 °C

Termófilas: toleran altas temperaturas realizando sus procesos de crecimientos y desarrollo; se definen dos grupos; el primero con una temperatura mínima de 25 °C y una máxima de 60°C con una óptima de 55 °C se encuentran en el suelo, en los materiales de fermentación como estiércol, compost y ensilaje (García, 1986).

El otro grupo tiene una temperatura mínima de 45°C con una máxima de 90°C y una óptima de 55°C presentan una tolerancia a mayores temperaturas que los anteriores y predominan estas especies en los procesos industriales de conservación de los alimentos, pasteurización de la leche, producción de la azúcar, producción de cervezas, lo requieren de los tratamientos térmicos para eliminarlos (García, 1986).



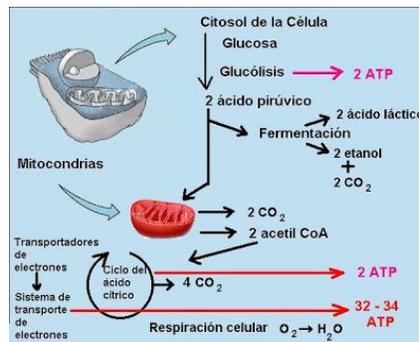
Brock; T 2012

Fig.14 *Thermophilus aquaticus* (manantiales de agua caliente)

2.3 Respiración bacteriana

Los procesos de respiración aerobia y anaerobia están unidos a los mecanismos del catabolismo celular, constituyendo una compleja actividad que tiene como objetivo fundamental el desprendimiento de energía que es importante para los microorganismos para la síntesis de nuevos compuestos orgánicos y a las actividades metabólicas en general de la célula, donde tiene una destacada labor las endoenzimas bacterianas (García, 1986).

La respiración aerobia y anaerobia se identifica como una reacción exergónica al estar relacionada con una oxidación del alimento para obtener energía de la célula, siendo más bien una bio-oxidación. En los microorganismos constituye un proceso bioenergética o bioelectrónico ya que sucede una transferencia electrónica y captación de los enlaces químicos de alta energía por la célula (ATP) (García, 1986).



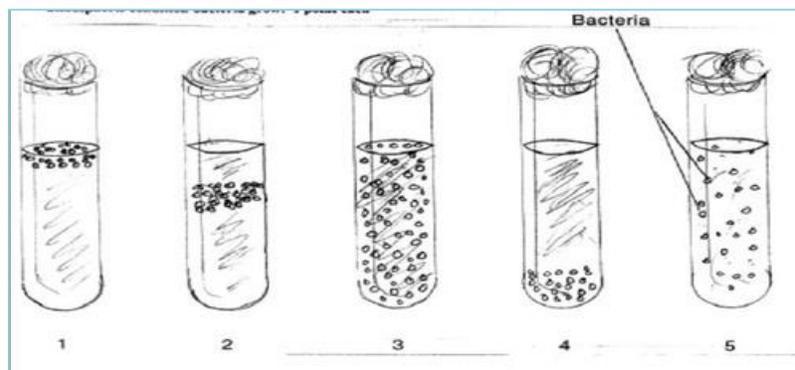
Morgan. 2011

Fig.15 Respiración celular

2.3.1 Clasificación de los microorganismos según el tipo de respiración

- ❖ **Aerobios obligados o estrictos:** poseen endoenzimas para el traspaso de hidrogeno al oxigeno atmosférico como aceptor se desarrolla en presencia de 20% de oxigeno atmosférico, poseen las enzimas catalasas (García, 1986).
- ❖ **Microaerófilos:** toleran concentraciones menores de oxigeno atmosféricos hasta el 17% para su crecimiento y desarrollo (*Actinomicetos*, Género *Brucella*), (García, 1986).
- ❖ **Anaerobios facultativos:** pueden vivir y reproducirse en presencia y en ausencia de oxígeno, teniendo la facilidad de modificar su sistema enzimático según las condiciones ambientales, lo integran la mayoría de los microorganismos patógenos y saprofitos. (*Escherichia coli*), (García, 1986).
- ❖ **Anaerobios estrictos u obligados:** la presencia de oxigeno le impide el crecimiento, siendo sustancias orgánicas o elementos inorgánicos los aceptores del ion hidrogeno. No poseen la enzima catalasa siendo imposible descomponer el H₂O₂ (agua oxigenada) que es toxico. (*Clostridium tetani*, *C. butilicum*), (García, 1986).

La intensidad que se realice un proceso respiratorio depende de la edad del cultivo microbiano, los sustratos nutritivos, la temperatura, la presencia de oxigeno o no y otros factores de cambio (García, 1986).



Kaiser, K 2013

Fig.16 Tipos de respiración bacteriana

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. Aerobio | 4. Anaerobio estricto |
| 2. Microaerófilo | 5. Aereotolerante |
| 3. Aerobio facultativo | |

2.4 Nutrición microbiana

Constituye uno de los aspectos más estudiados por la importancia que tiene conocer como son los procesos de alimentación y apropiación de los nutrientes; los hábitos nutricionales y requerimientos que propician en medios artificiales la obtención de cultivos microbianos puros para el estudio y clasificación, así como establecer las medidas de control y erradicación (Pérez *et al.* 1992).

Los microorganismos poseen una amplia capacidad de realizar intercambio continuo de sustancias con el medio, de esta forma lleva a cabo nutrición y la reproducción donde sintetiza los componentes de la célula microbiana y obtiene la energía que necesite (Pérez *et al.* 1992).

Los cambios químicos que ocurren en los microorganismos vivos se denominan metabolismo, consta de catabolismo, donde las sustancias nutritivas (substratos) son degradados a grupos moleculares, moléculas y átomos, es decir a formar más simples para obtener materiales asimilables a la célula y energía (proceso exergónico) que utiliza en sus actividades funcionales normales; y el anabolismo que constituye una actividad de síntesis de materiales celulares que requieran energía (proceso endergónico), (Pérez *et al.* 1992).

Los microorganismos realizan el tipo de nutrición holófica donde los alimentos que están en forma de molécula pequeñas en solución capaces de pasar a través de la membrana celular por difusión u otros mecanismos (Pérez *et al.* 1992).

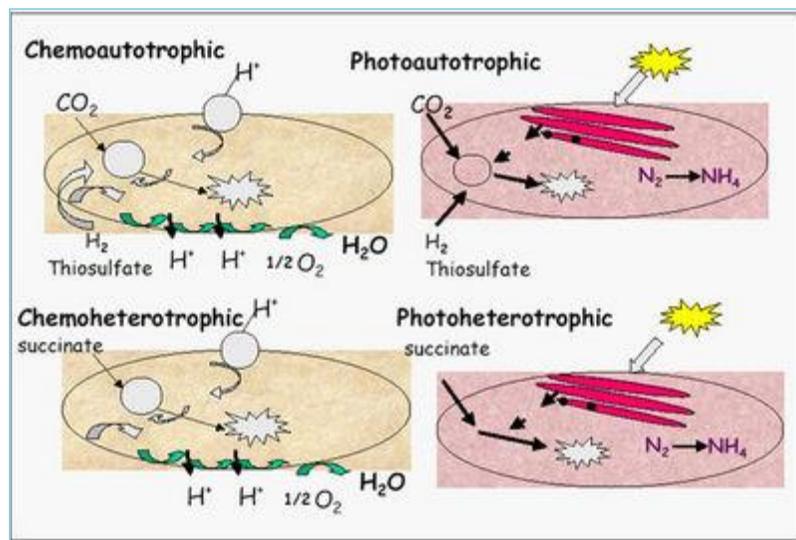
2.4.1 Fuentes de energía

- ❖ **Fotótrofos:** son organismos capaces de utilizar la energía de la luz para la síntesis de su propio material celular (García, 1986).
- ❖ **Quimiótrofos:** toman la energía de la oxidación de los materiales orgánicos (García, 1986).
- ❖ **Autótrofos:** son microorganismos que tienen la capacidad de aprovechar el anhídrido carbónico (carbonatos) como fuente de carbono. También se denominan litotróficos, los cuales obtienen la energía a través de la oxidación de sustancias inorgánicas (hidrogeno, oxido de carbono, metano, amoníaco, compuestos de hierro) tiene amplia participación en la circulación del nitrógeno y el azufre en el suelo (García, 1986).
- ❖ **Heterótrofos:** necesitan del carbono en forma orgánica (hidratos de carbono y ácidos grasos), también se les llama organótrofos obteniendo la energía de la oxidación de compuestos orgánicos (García, 1986).

2.4.2 Tipos de nutrición

De acuerdo a la nutrición se clasifica en:

- ❖ **Fotoautótrofos:** la fuente de energía es la luz solar y el carbono lo toma del CO₂ atmosférico; utilizando donadores de hidrogeno inorgánico en la fotosíntesis. Pertenecen a este grupo las plantas verdes, las algas verdes azuladas y algunas bacterias no patógenas (García, 1986).
- ❖ **Fotoheterótrofos:** la fuente de energía es la luz y el carbono de los compuestos orgánicos, utilizan donadores de hidrogeno orgánico para la reducción de anhídrido carbónico (fotosíntesis), (García, 1986).
- ❖ **Quimioautótrofos:** obtiene la energía de la oxidación de sustratos inorgánicos del CO₂ toma el carbono (García, 1986).



Kohring, GW 2010

Fig.17 Tipos de nutrición bacteriana

- ❖ **Quimioheterótrofos:** toman la energía y el carbono de los compuestos orgánicos, incluye a la mayor parte de las bacterias, siendo dentro de estas las que aprovechan el nitrógeno del aire, las que asimilan el nitrógeno de las sales amoniacales, de nitrato y nitrito (García, 1986).

2.4.3 Hábitos nutricionales

Los microorganismos heterótrofos se dividen en dos grupos en cuanto a sus hábitos nutricionales:

- ❖ **Saprotitos:** se alimentan de sustancia muerta y de sustancias orgánicas diseminadas en la naturaleza, originando importantes transformaciones, pertenecen a este grupo los hongos saprotitos y las bacterias (**Bebertium, 1990**).



Rodríguez; H 2002

Fig.18 *Pleurotus eryngii* Spp.



Arias; I 2012

Fig.19 *Salmonella* Spp.

- ❖ No siempre se delimita exactamente entre saprotitos y patógenos ya que algunas especies pueden permanecer un tiempo en el medio externo antes de invadir un organismo vivo y otras situadas en la superficie del vegetal como una microflora epifítica no causan enfermedad sino, realizan una nutrición saprofita de los exudados del vegetal (**Bebertium, 1990**).
- ❖ **Parásitos:** pueden vivir en la superficie o en el interior de otro organismo del cual toman los nutrientes, surgen como una evolución de saprotitos y causan trastornos y desequilibrio en los organismos en que viven, incluyendo la destrucción de las células y causando una enfermedad por lo que son parásitos y patógenos también (**Bebertium, 1990**).

2.4.4 Medios de cultivo

Se denomina nutrición el suministro de un nutriente para el crecimiento de un organismo, el cual es utilizado en el proceso metabólico.

Llamamos medios de cultivo a todo sustrato que se utiliza para la nutrición microbiana que pueda ser catabolizado y asimilado por un grupo o varios grupos microbianos a la vez (García. 1986).

2.5 Reproducción bacteriana

Los microorganismos cuando se sitúan en sustancias favorables donde están presentes los nutrientes que necesita y las condiciones ambientales son propicias inician un enorme crecimiento del número de individuos en tiempos muy cortos, así tenemos como las bacterias realizan procesos reproductivos, los mohos producen estructuras de la reproducción en grandes cantidades originando un vertiginoso aumento de la población microbiana (García. 1986).

2.5.1 Crecimiento microbiano y su reproducción

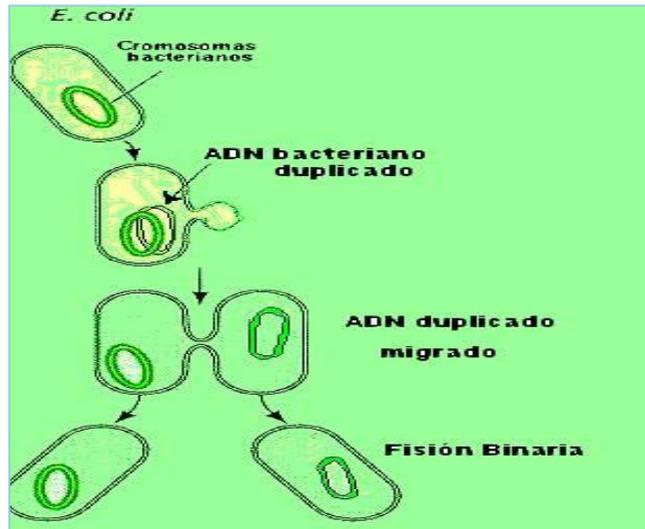
El crecimiento consiste en el aumento de la masa microbiana por medio de la síntesis del material celular como son sus constituyentes y sus estructuras de las células; por lo general el crecimiento se continúa con la división celular y el aumento en el número de bacterias (García. 1986).

La multiplicación es un proceso de auto reproducción microbiana donde se incrementa el número de individuos por unidad de volumen del medio (García. 1986).

Las bacterias, las algas unicelulares, algunas levaduras y una parte de los protozoos se multiplican por simple división transversal, algunas especies de bacterias pueden dividirse por gemación, por desintegración de filamentos y por la formación de células semejantes a esporas. Los actinomicetos y muchos hongos se multiplican mediante la esporulación (García. 1986).

La reproducción puede variar su velocidad de multiplicación según la especie microbiana, la edad del cultivo, el medio de cultivo, temperatura, puede demorar su crecimiento y un retardo de división celular cuando en el sustrato se encuentran sustancias nocivas como jabones, irradiaciones, antibióticos, etc. (García. 1986).

Hay una diferencia fundamental entre el crecimiento y la multiplicación bacteriana, el crecimiento celular se compone en forma lineal con respecto al tiempo, en cambio la multiplicación (auto reproducción) de la población sucede forma exponencial ya que una célula se divide (progenitora) da origen a dos células hijas, es decir en cada división celular hay una duplicación (García. 1986).



Weizz; D 2004

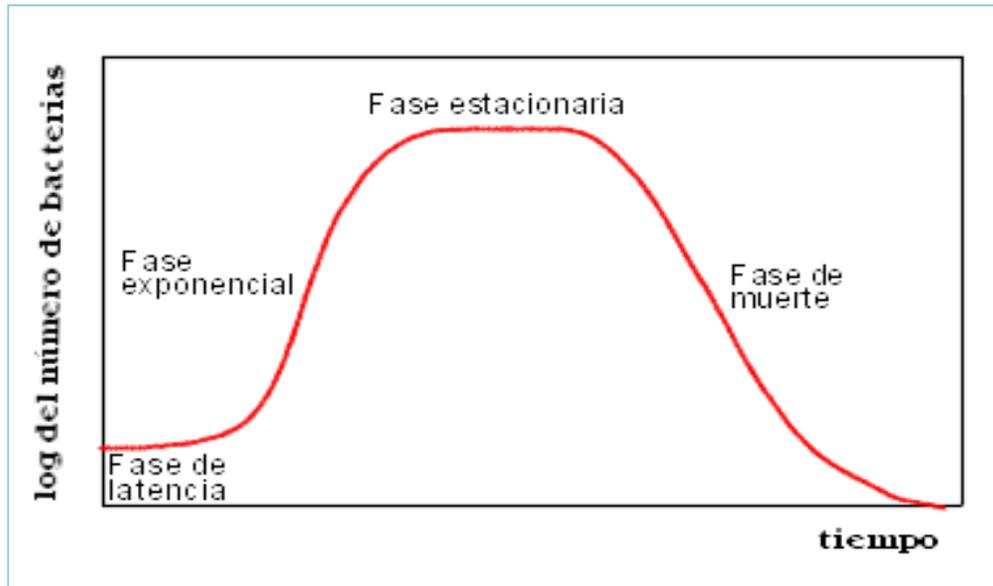
Fig.20 Reproducción bacteriana

2.5.2 Fases de crecimiento

En un medio de cultivo donde se realiza una inoculación con células microbianas tomadas de un cultivo puo saturado, se observa que su reproducción está subordinado a determinadas regularidades.

- ❖ **Fase retardada o fase de Lag:** es un periodo de adaptación, cuando un cultivo de microorganismos es llevado de un ambiente a otro. Los microorganismos sufren una reorganización tanto en su velocidad de crecimiento como en sus constituyentes macromoleculares. Durante esta etapa la masa celular puede cambiar sin cambiar el número de células (Breach,1995).
- ❖ **Fase logarítmica o exponencial:** es un período de balance o de estado estacionario en el crecimiento, durante el cual la velocidad del crecimiento es constante. La composición química del medio de cultivo está cambiando debido a que los nutrientes se están consumiendo y productos metabólicos son producidos (Breach,1995).

- ❖ **Fase estacionaria o máxima:** los nutrientes se agotan y los productos tóxicos se acumulan, el crecimiento es más despacio con uno de células constantes. La masa total puede permanecer constante pero el número de células puede descender (Breach,1995).



Jawetz et al 1999

Fig. 21 Fases de reproducción bacteriana

- ❖ **Fase de decaimiento o muerte:** Se presenta la muerte de células a una velocidad constante originando un descenso en la población. Los nutrientes se agotan y los productos tóxicos se acumulan (Breach, 1995).

UNIDAD III. Microbiología del Ambiente

3.1 Introducción

3.2 Microbiología del suelo

3.2.1 Métodos de estudio de los microorganismos del suelo

3.2.2 Factores ecológicos que determinan las actividades y desarrollo de los microorganismos del suelo

3.2.3 Ciclo del nitrógeno (fase e importancia microbiológica).

3.3 Microbiología del agua

3.3.1 Origen de los microorganismos del agua y su importancia

3.3.2 Factores ecológicos que influyen en el número de los microorganismos el en agua

3.3.3 Clasificación de las aguas

3.3.4 Tratamiento y evacuación de las aguas residuales de instalaciones pecuarias

3.3.5 Toma y envío de muestras para el estudio microbiología

3.4 Microbiología del aire

3.4.1 Importancia de los microorganismos del aire y su importancia

3.4.2 Factores que alteran la estancia de los microorganismos del aire

3.4.3 Saneamiento del aire en locales

Objetivos específicos:

- ❖ Valore la importancia de los géneros de los microorganismos más frecuentes en el aire, agua y en el ciclo del nitrógeno en cada una de sus fases.
- ❖ Diferenciar los factores ecológicos que influyen en las actividades y desarrollo de los microorganismos del suelo, agua y aire.
- ❖ Aplicar prevenciones y saneamiento para mitigar o erradicar el efecto negativo de microorganismos patógenos que se encuentran en el suelo, agua y aire.

3.1 Introducción

El medio ambiente determina la existencia de vida, pero la vida modifica el medio ambiente. El medio ambiente que entran en una célula como sustratos son modificados mediante el metabolismo y otros compuestos químicos. La enorme abundancia de microorganismo hace del ambiente un medio importante en el desarrollo de perjuicios y beneficios para el hombre.

El papel de los microorganismos en el ambiente es suministrar los compuestos inorgánicos como los ciclos del nitrógeno y del azufre, y contribuir a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción.

3.2 Microbiología del suelo

Los microorganismos del suelo constituyen una población mixta y compleja integrada por las bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos, algas, virus junto a una población macroscópica formada por insectos, gusanos, todos ellos en su conjunto participan en constantes cambios incluyendo desde la formación y evolución del suelo y su grado de fertilidad al actuar desde un inicio los microorganismos en los procesos físico- químicos (García. 1986).

El suelo está constituido por un 50% en su parte mineral en sus diversos tamaños, la materia orgánica puede alcanzar un 3% por lo general variando en su cultivo, la fertilización orgánica; es sobre este sustrato y en dependencia de las condiciones ambientales donde los microorganismos desarrollan una gran actividad degradativa y a la síntesis de nuevas sustancias con la liberación de gases y ácidos (García. 1986).

El suelo constituye el sustrato inicial de los microorganismos en la naturaleza; en el mismo se encuentran géneros beneficiosos y perjudiciales capaces de ocasionar enfermedades a cultivos, animales (García. 1986).

Los microorganismos del suelo tienen actividades muy beneficiosas, a los mismos se asocian los procesos degradativos de la materia orgánica con la ayuda de las exoenzimas hasta llevarlas de la forma mineral que son captadas por la arcilla o recibidas por la planta, dentro de estos son conocidos el ciclo del nitrógeno, del carbono, del azufre, del fosforo en el suelo de no realizarse o quedar interrumpidos se afectaría en consideración el crecimiento de los cultivos (García. 1986).

3.2.1 Métodos de estudio de los microorganismos del suelo

El estudio de la microflora del suelo tiene que enfrentar un conjunto de particularidades de una población muy compleja y variada; los intentos por lograr un medio de cultivo que permita el crecimiento de todas las especies y grupos microbianos es muy difícil por lo cual lo más conveniente es utilizar diferentes medios de cultivo que permitan conocer la mayor cantidad posible de especies y grupos fisiológicos, así como aquellos géneros específicos que requieren condiciones particulares. Los estudios de microorganismos se realizan por tres métodos: directo, indirecto y bioquímico (García. 1986).

- ❖ **Método directo:** consiste en la observación al microscopio directamente la muestra del suelo, mediante técnicas de tinción, para esto se homogeniza la muestra del suelo en una preparación con cantidad conocida de rosa de bengala (García. 1986).

Las bacterias se observan teñidas de color intenso, la materia orgánica de color rosado claro y la fracción mineral se ve incolora.

- ❖ **El método directo:** tiene la particularidad de que sus cantidades son varias veces superior a otros métodos debido que en el conteo se incluyen microorganismos muertos que también se tiñen de rojo, aun así, la información obtenida es valiosa (García. 1986).
- ❖ **Método indirecto:** se fundamenta en la técnica clásica de diluir la muestra en frascos con suero fisiológico 1% con agua estéril a volumen conocido debido a la gran cantidad de microorganismos y posteriormente añadir 1 ml de la dilución escogida para varias placas de Petri mezclando con el medio de cultivo licuado que después se solidifica pasado el tiempo de incubación se realiza el conteo de las colonias que han crecido en la superficie del medio de cultivo (García. 1986).

Los medios de cultivo generales para el crecimiento de microorganismos tenemos al Agar nutrientes para el crecimiento de bacterias aerobias y heterótrofas, agar Martin con adición de rosa de bengala y estreptomycin (pH sobre lo ácido) para impedir el crecimiento bacteriano y el desarrollo de muchos géneros de hongos, agar Gauze con fuente carbonada de almidón favorece el crecimiento de actinomicetos (García. 1986).

- ❖ **Método bioquímico:** es un método muy utilizado como complemento de los anteriores y en los trabajos experimentales sobre microbiología del suelo.

Se basa en el conocimiento de las variaciones de los productos finales de la actividad microbiana sobre determinados sustratos incorporado del suelo.

3.2.2 Factores ecológicos que determinan las actividades y desarrollo de los microorganismos del suelo

Los factores ambientales actúan de forma conjunta sobre los grupos microbianos del suelo, regulando o favoreciendo la velocidad de los cambios del sustrato y del metabolismo microbiano, esto se observa en el predominio de determinados grupos y de género que abundan en cierta etapa de la descomposición de los residuos, el establecimiento en el suelo de las mejores condiciones ambientales han de tenerse presentes en el establecimiento de pastizales y de áreas forrajeras para propiciar la actividad microbiana que ponga a disposición del sistema radicular los nutrientes necesarios (García. 1986).

Entre los factores ambientales que se encuentran: la materia orgánica, la aireación, la humedad, la temperatura, reacción del suelo, vegetación, perfil y factores biológicos.

❖ Materia orgánica

Puede estar formada por residuos de origen animal y vegetal, según su composición y calidad dependerá el desarrollo y predominio de los grupos microbianos.

Al incorporarse la materia orgánica inician las bacterias saprofitas una rápida actividad metabólica principalmente sobre sustratos carbohidratos de fácil fermentación como son los azúcares simples con lo consiguiente liberación de energía, participan también los hongos saprofitos incrementándose la población, en pocas horas y días en la medida que sustancias inorgánicas se presentan participan las bacterias autótrofas haciendo disponibles los nutrientes en la planta (García. 1986).

❖ Aireación

Favorable con la presencia de oxígeno en las cámaras de gases formada entre las partículas del suelo va a favorecer al desarrollo de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos, los hongos y actinomicetos identificados como aerobios estrictos estarán en las mejores posibilidades, no así cuando se ahoga o desplaza el oxígeno que origina el crecimiento de las bacterias anaerobias estrictas y las facultativas cambiando la dirección bioquímica de la degradación originando procesos de putrefacción con la presencia de ácidos y gases indeseables además de disminuir la velocidad de la desintegración (García. 1986).

❖ **Humedad**

El agua en el suelo presenta diversos grados de utilización por los organismos vivos, cantidades de humedad determinadas hasta un 85% de la capacidad total de retención de agua permite en crecimientos de los grupos microbianos del suelo, cuando se eleva el contenido de humedad, hasta el 100% es decir anegamiento, donde se desplaza todo el oxígeno del suelo y se agota el disuelto en el agua, serán fuertemente afectadas las bacterias aerobias (autótrofas), así también los hongos y actinomicetos por sea aerobios. Se presentan producción de gases como el sulfhídrico, amoníaco, metano al predominar bacterias anaerobias (García. 1986).

❖ **Temperatura**

A temperatura entre los 15 – 20°C favorece el desarrollo de los grupos microbianos pertenecientes a los mesófilos saprofitos facilitando la actividad de las enzimas en su metabolismo (García. 1986).

Como consecuencia de la elevación de energía de las primeras etapas de transformación de la materia orgánica surgen microorganismos termófilos que toleran hasta 55°C (bacterias y actinomicetos).

❖ **Reacción del suelo**

Está en dependencia con las condiciones de alcalinidad y acidez del suelo; las bacterias y actinomicetos se desarrollan óptimamente en pH neutro, en cambio los hongos en condiciones de acidez, los hongos son capaces de tolerar pH ácidos por lo que están en ventaja sobre los demás para aprovechar un sustrato en estas condiciones, toleran un pH de 3-9 (García. 1986).

❖ **Vegetación**

De cada grupo microbiano resultan estimulados para un cultivo debido a las excreciones de su sistema radicular, así tenemos como en cultivos en las gramíneas se identifican especies fijas del género *Aspergillus* y *Penicillium*; en cultivos de leguminosas se conoce el incremento del género *Rhizobium*, bacteria simbiótica del suelo (García. 1986).

❖ **Perfil del suelo**

En los estratos superiores están las mayores condiciones para la abundancia de los microorganismos por la presencia de la materia orgánica y las condiciones de aireación más favorables, están serán a medida que profundizamos lo que impide el crecimiento de hongos y actinomicetos, además de la escasez de nutrientes (García. 1986).

❖ Factores bióticos

Son necesarios tenerlos en cuenta como resultados de la interrelación de los grupos microbianos y su competencia de los nutrientes, así tenemos géneros de hongos como el *fusarium* y *trichodermas*, *Penicillium*, capaces de producir antibióticos como son los géneros *Streptomyces* y otros lo que genera reacciones antagonistas permanentes entre los microorganismos del suelo (García. 1986).

Microorganismos saprofitos y patógenos

La población del suelo es muy amplia y heterogénea, encontrándose en suelos fértiles poblaciones de bacterias, *actinomicetos*, hongos, algas, protozoos, la calidad y composición de las sustancias nutritivas y el agua favorece incrementos microorganismos en el suelo (García. 1986).

Microorganismos saprófitos del suelo

- ❖ **Bacilos aeróbios esporógenos:** *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium* (García. 1986).
- ❖ **Bacilos anaerobios esporógenos:** *Clostridium desnitrificans*, *Clostridium butylicum* (García. 1986).
- ❖ **Bacterias aerobias estrictas (autótrofas) que oxidan el amonio a nitrito:** *Nitrososomona*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospina*, *Nitrosocystis* y *Nitrosoglea* (García. 1986).
- ❖ **Bacterias aerobias estrictas (autótrofas):** que oxidan el nitrito a nitrato: *Nitrobacter* y *Nitrocystes* (García. 1986).
- ❖ **Bacterias aerobias (autótrofas) que oxidan el azufre:** *Thiobacillusthiooxidans*, *Thiobacillusthioparus* (García. 1986).
- ❖ **Bacterias no esporógenas (producen coloración):** *Pseudomonaaerobacter*, *Micrococcus* (García. 1986).

- ❖ **Bacterias ureolíticas:** *Sarcina ureae*, *Micrococos ureae* (García. 1986).

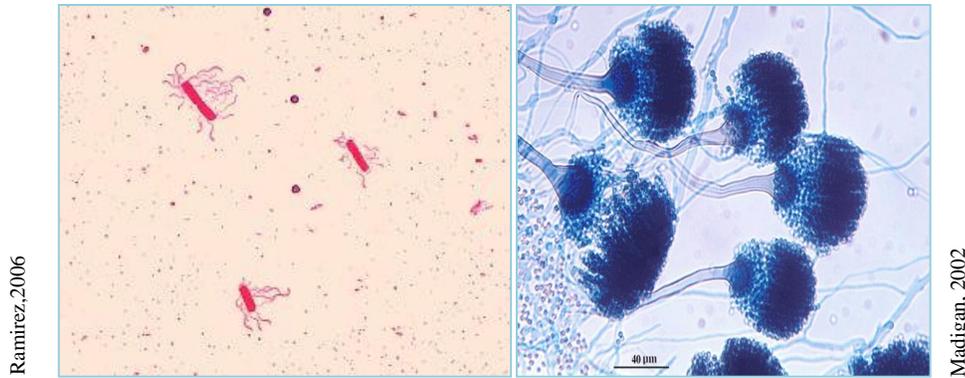


Fig.22 *Bacillus cereus*

Fig. 23 *Aspergillus Spp.*

- ❖ **Bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico:** asimbióticas: *Azotobacter*, *Beijerinckia* y *Clostridium*; simbióticas: *Rhizobium* (García. 1986).
- ❖ **Hongos:** *Rhizopus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Verticillium* (García. 1986).
- ❖ **Actinomicetos:** *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, *Propionibacterium*, *Thermomyces* y *Thermoactinomyces* (García. 1986).

Microorganismos patógenos del suelo

- ❖ **Patógenos en animales:** *Clostridium tetani*, *Clostridium welchii*, *Bacillus* tuberculoso, *Bacillus* de la erisipela porcina, *Bacillus* de la fiebre tifoidea, *Brucella*, *cocos piogenes*, *Pasteurella* y virus del cólera porcino (García. 1986).
- ❖ **Hongos:** *Microsporium gypseum*, y especies de dermatofitos (García. 1986).
- ❖ **Actinomicetos:** *Mycobacterium tuberculosis*, *Actinomyces bovis* (García. 1986).

3.2.3 Ciclo del nitrógeno (fase e importancia microbiológica)

La descomposición del nitrógeno orgánico en el suelo se desarrolla en fases denominadas: Amonificación, Nitrificación y la Desnitrificación, la cual puede presentarse si las condiciones del suelo son anaerobias (García. 1986).

❖ Amonificación

Es a partir de sustancias orgánicas nitrogenadas que actúan las exoenzimas proteolíticas, se degradan hasta aminoácidos y la consiguiente liberación de nitrógeno amoniacal mediante desanimación (García. 1986).

Pueden ser utilizados otras formas nitrogenadas orgánicas como son: proteasas, peptonas, aminos, urea que actúan en una gran población microbiana proteolítica y heterótrofa mediante la hidrólisis donde toman el carbono y energía y la fuente nitrogenada necesaria, liberando energía y la fuente nitrogenada necesaria, liberando agua, sulfatos, amonio y CO₂. (García. 1986).

Microorganismos participantes

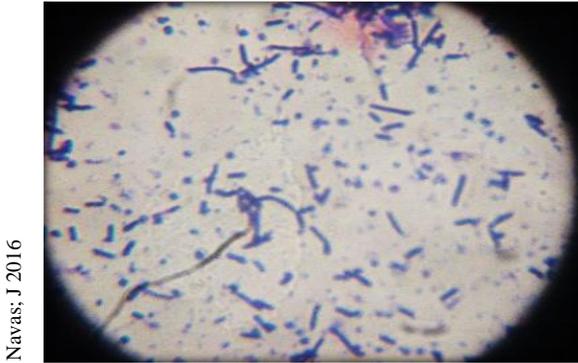
- ❖ **Bacterias:** *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Serratia marcescens* (García. 1986).
- ❖ **Hongos:** *Aspergillus niger*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Rhizopus* (García. 1986).
- ❖ **Actinomicetos:** *Micromonospora*, *Streptomyces* (García. 1986).

Nitrógeno orgánico no proteico. Urea

Al suelo se puede incorporar compuestos orgánicos no proteicos como la urea procedente de fertilizantes orgánicos preparados industrialmente con un contenido de 45% de nitrógeno y también de excreciones y orina de los animales, por su características se incorporan al ciclo del nitrógeno en la fase de amonificación puesto que al llegar al suelo es atacada por la exoenzimahidrolítica microbiana denominada ureasa pasando de estado amoniacal después continuando en la fase de nitrificación, esto le permite desde su forma de amonio ser aprovechada por las plantas que constituye un fertilizante de mucha aplicación debido a la disponibilidad en forma que realizan las bacterias del suelo (García. 1986).

Las aminos liberadas son retenidas en el suelo formando carbonato de amonio que permite que sea utilizado posteriormente en el intercambio con el sistema radicular.

Participan sobre la urea las bacterias bacilares de los géneros *Bacillus*, *Pseudomona*, *Clostridium* y los cocos de los géneros *Micrococcus ureae* y *Sarcina Ureae* (García. 1986).



Navas; J 2016



Ayman; M 2011

Fig.24 *Bacillus Spp.*

Fig.25 *Micrococos aureae.*

Nitrificación

Es donde una parte del amonio no ha sido utilizado por la planta, es incorporado al citoplasma microbiano o retenido en las micelas del suelo, es aprovechado rápidamente por el grupo de bacterias autótrofas del suelo desarrollando la nitrificación; la cual cuenta con dos sub fases: nitrificación y nitratación, en una secuencia ordenada y continua de carácter oxidativo (García. 1986).

La sub fase nitrificación da inicio con la oxidación de las sustancias amoniacaes, en esta reacción existe una liberación de energía aprovechada por las bacterias autótrofas de los géneros participantes; género *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosocystis* y *Nitrosoglea* (García. 1986).

La sub fase de nitratación continúa inmediatamente a la anterior sobre las sales nitrosas. Los géneros que participan son los bacterianos autótrofos *Nitrobacter* y *Nitrocystis* (García. 1986).

Desnitrificación

Constituye una fase del ciclo del nitrógeno que se realiza cuando en el suelo hay carencia de oxígeno y se suceden proceso de reducción de las formas de NO_3 a nitrógeno gaseoso molecular, en este caso los nitratos que no han sido tomados por la planta o lixiviados en el perfil del suelo son reducidos por determinados géneros de bacterias como el *Clostridium desnitrificans*, *Thiobacillus desnitrificans* quienes de esta forma reducen elementos o compuestos simples para su nutrición como resultado de la respiración anaerobia (García. 1986).

3.3 Microbiología del agua

El agua constituye uno de los elementos fundamentales de trabajo en las instalaciones pecuarias, tiene una amplia utilización desde su empleo como agua de bebida y en mezclas de alimento, hasta limpieza de los corrales, pisos, comederos, equipos de ordeño y la higiene de los animales en general (García. 1986).

La población microbiana del agua depende de un conjunto de factores ambientales, así como la fuente de agua que se utilice y los medios que se emplean para llevar el agua a las instalaciones, los cuales constituyen un conjunto de aspectos que pueden convertir a un agua aparentemente limpia e inofensiva en un vector transmisor de enfermedades que son varias las experiencias negativas como resultado del uso de agua de mala calidad (García. 1986).

Es por tanto asunto de necesaria atención conocer previamente en forma sistemática el estado microbiano del agua que emplea en las tareas de trabajo pecuario, de no ser así, estaremos expuestos a un brote repentino de una enfermedad epidémica con las consiguientes pérdidas en las crías, calidad de la leche, ganancia de peso, etc. (García. 1986).

3.3.1 Factores que influyen en el número de microorganismos del agua

Los factores que permiten el crecimiento microbiano en el agua, se encuentran muy estrechamente relacionados; cuando existen modificación en uno puede implicar cambios en los demás y por tanto el mantenimiento de las condiciones propicias para la vida microbiana en el agua (García. 1986).

El conocimiento de cada uno es de gran utilidad a los efectos de aplicar medidas en el tratamiento de las aguas residuales con el fin de disminuir la población microbiana y eliminar agentes patógenos, así como para realizar con calidad los análisis microbiológicos del agua y tener el máximo control de la microflora del agua.

Materia orgánica: constituye el factor fundamental, a la misma se unen la gran parte de los microorganismos situándose en los tejidos y células donde emplean una capacidad enzimática, realizando los procesos de mineralización y fermentativos según sean las condiciones de oxigenación, la concentración del sustrato (García. 1986).

Temperatura: constituye un factor regulador que permite la presencia en el agua de las bacterias mesófilas saprófitas que poseen un rango de crecimiento en temperaturas de 18 a 25°C similar a la que posee en agua por lo que favorece a aquellos microorganismos que proceden del suelo (García. 1986).

La microflora procedente del tracto intestinal y que llegan al agua a través de las excretas tendrán en la temperatura del agua un factor limitante puesto que la temperatura óptima es de 37°C permaneciendo en el agua un tiempo breve en dependencia también con la concentración de la materia orgánica en el cual se encuentren (García. 1986).

Oxidación: está muy relacionada con la concentración de la materia orgánica, puesto que el oxígeno disuelto en el agua constituye un factor importante para el desarrollo y predominio de los grupos bacterianos aerobios y facultativos propios del agua y procedentes del suelo y materia orgánica, la presencia de oxígeno permite una intensa actividad respiratoria que resulta en un proceso de mineralización de la materia orgánica por los microorganismos y por tanto el mejoramiento de la calidad del agua (García. 1986).

Si se agota el oxígeno ocasionara condiciones anaerobias y por lo tanto un cambio de grupos de microorganismos predominando bacterias anaerobias estrictas y facultativas, estos darían lugar a la modificación en los mecanismos bioquímicos respiratorios produciéndose gases, fermentación y putrefacción en condiciones muy lentas con una acumulación de agua orgánica.

Dilución: constituye un factor que como medida se aplica para obtener y asegurar la oxidación de la materia orgánica por los microorganismos, su aplicación es muy necesaria en los momentos de evacuar un agua residual y el tratamiento de la misma para su depuración (García. 1986).

Es necesario tener presente que en aguas muy diluidas y aparentemente limpias llevan disuelta materia orgánica y consigo una población microbiana, aunque muy reducida puede ser muy virulenta.

Sedimentación: sucede con regularidad en aguas tranquilas cuando los microorganismos o más bien las partículas de materia orgánica en suspensión las cuales están unidas, debido al peso que poseen superior al del agua empieza a descender lentamente hasta depositarse en el fondo formando estratos, esto conlleva a una reducción de los microorganismos de las partes superiores del agua favoreciendo su depuración (García. 1986).

Radiaciones solares: tiene incidencia sobre los microorganismos situados hacia la superficie del agua, conociendo su acción bactericida los rayos solares penetran en la masa de agua ocasionando una reducción de la microflora del agua (García. 1986).

Es más efectiva en aguas de reposo hasta tres metros de profundidad, que en aguas de movimiento como son los ríos u otros caudales; es un elemento que modifica, la turbidez del agua, puesto que la materia orgánica y partículas sólidas interrumpe sus efectos favorables a la depuración.

Existen otras causas que regulan la población microbiana del agua, entre estas se encuentran la competencia entre las distintas especies que llegan al agua originando el predominio de unos géneros sobre otro; así también la presencia de sustancias tóxicas en los residuos orgánicos o procedentes de la industria, el grado de salinidad, pH, época del año (García. 1986).

3.3.2 Clasificación de las aguas

Las aguas naturales tienen diferentes fuentes de origen que las clasifica en: meteóricas, superficiales, embalsadas y subterráneas, variando en cada una en su contenido microbiano, la variación en su composición de sustancias orgánicas e inorgánicas y por tanto el grado de saprobismo, esto es importante tenerlo en cuenta para considerar su uso en las instalaciones directamente.

Las aguas meteóricas son las aguas resultado de las precipitaciones, las cuales arrastran las partículas sólidas y los microorganismos suspendidos en el aire, dejando la atmósfera limpia.

Existe una indefinida de microorganismos procedentes del suelo en esas partículas como son los bacilos esporógenos principalmente, también se hallan esporas de hongos y levaduras, género de las bacterias como *Bacillus*, *Sarcina*, *Streptomyces*, también pueden hallarse microorganismos que están unidos a partículas de materia orgánica residual de vegetales y animales (García. 1986).

Las aguas superficiales: son aquellas que corren sobre las superficies formando corrientes de agua que pueden llegar a ser caudales de variada intensidad, en su movimiento el agua arrastra partículas de suelo y de materia orgánica recibiendo la incorporación de una gran cantidad de microorganismos (Hernández, *et al.* 2000).

Hay que tener en cuenta que en épocas de lluvia se alteran la corriente de agua por las constantes incorporaciones de nuevos sustratos lo que incrementa la población microbiana, también la proximidad con zonas pobladas e instalaciones aumentan los riesgos de una incorporación de agua residuales, lo que resulta muy peligroso y pueden incluso además de agotar oxígeno establecer condiciones de anaerobios.

Aguas embalsadas: son aquellas aguas que están retenidas en lagos presas. Su composición microbiana estará en dependencia del contenido microbiano de las aguas de las aguas que llegan a estos embalses, teniendo presente que ninguna agua residual debe llegar a los embalses sino corrientes procedente de la superficie y precipitaciones (Hernández, *et al.* 2000).

En comparación con los ríos el poco movimiento de las aguas embalsadas da la ventaja de un proceso de disminución de los microorganismos debido a la sedimentación rápida o lenta según el tamaño y peso de las partículas sólidas hasta el fondo; esto hace que el agua en lugares alejados de las orillas sea bajo de contenido microbiano, es de indicar además la incidencia de las radiaciones solares en las capas superficiales y la buena oxidación de estas aguas lo que favorecen la calidad para ser empleadas en la agricultura y suministro a las instalaciones.

Las aguas subterráneas: se refiere a las aguas de los pozos, las redes de agua que corren por el subsuelo y los manantiales cuando llegan a la superficie (Hernández, *et al.* 2000).

Como estas aguas resultan de un proceso de filtración a través del perfil del suelo, esto actúa de manera favorable en la eliminación de las partículas de materia orgánica y los propios microorganismos llegando a hacer muy escasos en las aguas subterráneas.

3.3.3 Género y enfermedades transmitidas por el agua

Por lo general los microorganismos que causan enfermedades al hombre y animales se desarrollan óptimamente a la temperatura del hospedero siendo clasificados como mesófilos parásitos, lo cual les limita su permanencia prolongada en el agua que posee temperaturas más bajas en otras condiciones.

Microorganismos patógenos

Dependiendo de la intensidad de contaminación que posee el agua debido a su unión con aguas residuales y elementos ambientales aun posibilita durante un tiempo la presencia de microorganismos que transmiten enfermedades a través de este vector de uso en las instalaciones.

El género *Salmonella* puede permanecer de varios días hasta tres meses; el género *Shigella* hasta una semana; el *Bacillus anthracis* causante del ántrax; el género *Erysipelothrix* causante de la erisipela porcina; el *Streptococos* equi de la papera porcina (García. 1986).

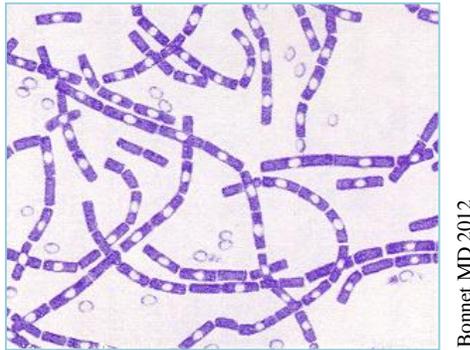


Fig.26 *Bacillus anthracis*

También está presente otras bacterias patógenas anaerobias; el vibrión cólera; agentes de la fiebre tifoidea; la leptospira se mantiene hasta 5 meses. Se han identificado varios tipos de enterovirus entre ellos el virus de la glosopeda o fiebre aftosa (García. 1986).

Microorganismos saprofitos

Es posible la presencia de microorganismos saprofitos en el agua que al mezclarse con los alimentos y quedar como residuos pueden originar el rápido crecimiento de microorganismos productores de sustancias tóxicas dañinas a la salud animal.

Entre los saprofitos del agua que más encontramos son microorganismos de la flora intestinal como *Escherichia coli* el cual nos indica la existencia de contaminación del agua que se está usando (García. 1986).

3.3.4 Tratamiento y evacuación de las aguas residuales de instalaciones pecuarias

En el trabajo pecuario se emplea grandes cantidades de agua necesaria para todas las actividades a realizar diariamente para el mantenimiento de la higiene y la salud de los animales.

Es un deber atender cuidadosamente el destino de las aguas residuales y para esto aplicar previa a la evaluación un tratamiento que constituye un sistema formado por tres etapas donde conjugan procesos físicos, biológicos, químicos con el objetivo de eliminar el contenido de materia orgánica, permitiendo la permanencia de la microflora del agua con un alto grado de oxigenación y en condiciones de ser eliminadas sin riesgos a la contaminación o peligro (García. 1986).

El tratamiento de las aguas residuales de las instalaciones constituye un conjunto de tratamientos parciales donde se aplican diversas técnicas siguiendo un orden; tiene como objetivo eliminar la mayor cantidad posible de materia orgánica y residuos procedentes de los animales, comidas, limpieza y a la vez disminuir lo más posible la población microbiana, incluyendo la eliminación total de microorganismo patógenos que se incorporan al agua procedentes de animales enfermos (García. 1986).

❖ Tratamiento primario (físico)

Consiste en recoger volúmenes de agua en tanques de sedimentación, pozos sépticos, etc. Dejar el agua en reposo para que las partículas debido a su peso, sedimentan arrastrando los microorganismos unidos a la superficie; es necesario evitar la filtración de esa agua a través del suelo (García. 1986).

Los procesos de descomposición por los microorganismos, además del efecto de la luz solar sobre las aguas, todo conlleva a la disminución paulatina por microorganismos. La materia sedimentada se recoge y lleva a lugares aislados de terreno para recibir un proceso de digestión por los microorganismos favorecido por su alto grado de humedad, terminando el proceso se aplica como fertilizante (García. 1986).

❖ Tratamiento secundario (biológico)

Es la continuación de la etapa anterior y se fundamenta en un proceso de filtración de las aguas residuales menos carga de materia orgánica, donde tiene una participación decisiva en los microorganismos en condiciones aerobias (García. 1986).

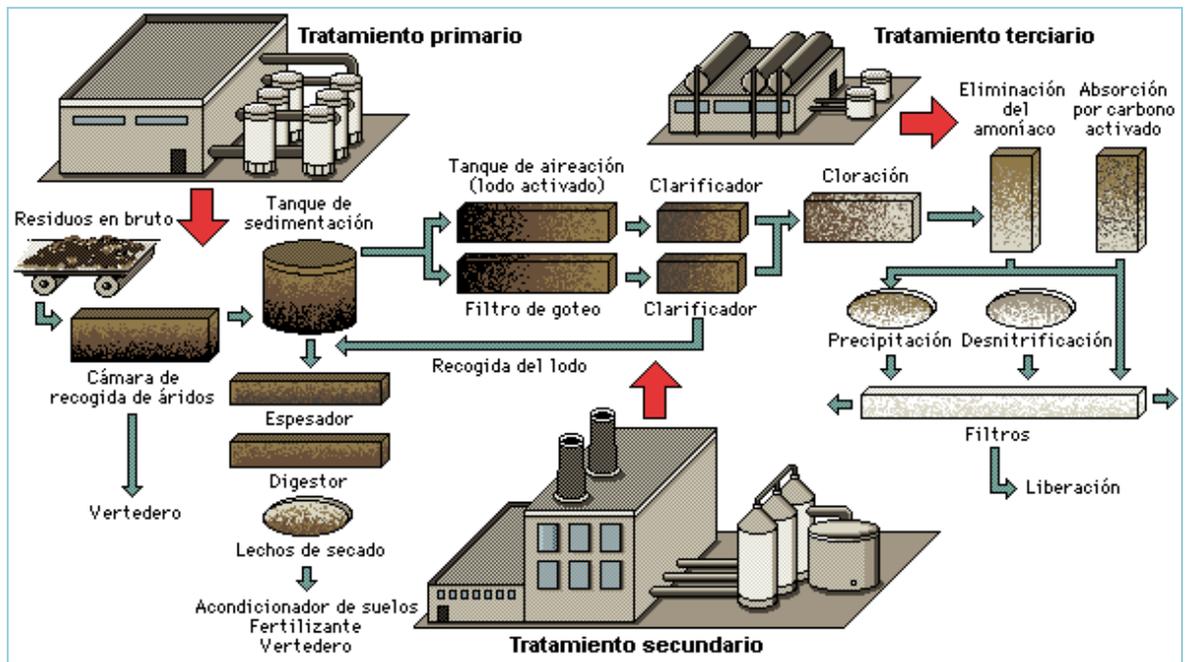
Se emplea el filtro intermitente de arena mediante láminas de agua o esparcida con un brazo giratorio sobre la superficie del filtro; este consta de varios estratos de arena, piedra y grava alrededor de las cuales se desarrollan un cultivo mixto microbiano denominado zooglea (García. 1986).

La lámina de agua al ir atravesando los estratos del filtro lentamente, va siendo mineralizada la materia orgánica por el cultivo microbiano situado alrededor de las piedras aprovechando el oxígeno presente en los espacios intrapartículas del filtro, este procedimiento permite reducir considerablemente la materia orgánica y reducción del 95% de las bacterias (García. 1986).

❖ **Tratamiento final (químico)**

Constituye la última etapa y se aplica al agua proveniente de los filtros, en algunos casos cuando no se puede realizar se aplica al agua procedente del tanque de sedimentación (García. 1986).

Se le puede añadir sustancias químicas como la alúmina que al combinarse con los carbonatos forma flóculos y sedimentan; también se añade cloro de esta forma el agua estará en buenas condiciones microbiológicas y libre de ser un agente portador de microorganismos saprofitos y patógenos capaces de ocasionar enfermedades o daños en los lugares que se vierta (García. 1986).



Perca; MM 2010

Fig.27 Fases de tratamiento de aguas residuales

3.4 Microbiología del aire

El aire no posee una microflora propia, ya que no constituye un hábitat microbiano; es un medio desfavorable para los microorganismos. La falta de sustancias nutritivas, humedad, temperatura óptima y la acción de los rayos solares; unidos a la desecación y otros factores, no son apropiados para la conservación de los microbios, debido a lo cual la mayor parte de éstos muere, por lo tanto, la flora microbiana del aire no es permanente y los microbios existen en él únicamente como contaminantes accidentales (García. 1986).

El aire es portador de materias especiales como polvo, humo, aerosoles que pueden ir cargadas de microbio. Cada partícula de estas materias tiene la propiedad de absorber en su superficie gran cantidad de microbios, y mientras mayor sea el grado de contaminación del aire con las mismas, más microbios se encontrarán en él (García. 1986).

El aire tiene una gran importancia en la diseminación de los microorganismos en la naturaleza, en la contaminación de diversos sustratos, alimentos y en la transmisión de enfermedades en los animales y el hombre (García. 1986).

3.4.1 Origen de los microorganismos del aire

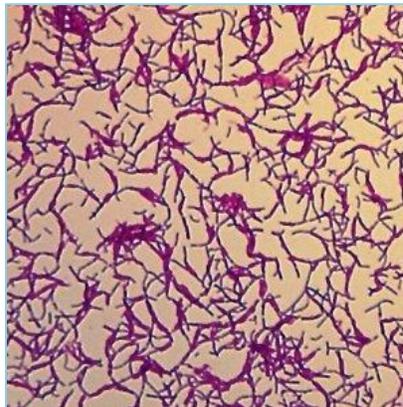
Procedentes de las corrientes del aire de mar y lagos

Un origen o fuente de procedencia lo que puede constituir las corrientes de agua procedentes de los océanos o lagos. La masa de aire en sus estratos inferiores tiende a sedimentar los microorganismos, en cambio las esporas bacterianas los conidios y fragmentos de hongos situados en los estratos superiores pueden ser llevados a grandes distancias y llegar a tierra procedentes de las zonas que presente una enfermedad (García. 1986).

Procedentes del suelo

La fuente fundamental y primaria es el suelo, abundante en su microflora formada de bacterias, actinomicetos y hongos con hábitos nutricionales saprofitos de amplia capacidad enzimática.

Procedentes del suelo se encuentran en el aire bacterias saprofitas pigmentarias (*Bacillus subtilis*, *B. Megaterium*, *B. cereus*) actinomicetos, esporas e hifas vegetativas de mohos. Del suelo o piso de las naves debido al movimiento del aire, de las personas y animales se remueve el polvo lo que origina la incorporación de una variada población microbiana procedente de los alimentos, de animales de las excretas y otros sustratos orgánicos que pueden incidir en las crías menores, la leche obtenida en el ordeño se identifican género de *Escherichia coli*, *Streptococos faecalis*, Bacilos saprofitos, y hongos de los géneros *aspergillus* y *Penicillium* (García. 1986).



Bunk; B et al 2010

Fig.28 *Bacillus megatarium*

Procedentes de personas y animales

Microorganismos procedentes de las personas y animales constituyen otra fuente que los incorpora a través de la tos, estornudos, secreciones salivales y mucus, siendo por lo general gérmenes procedentes de las vías respiratorias estos contaminan el aire interior de las instalaciones con que unido a la densidad de la población facilita una rápida contaminación en caso de existir animales enfermos (García. 1986).

Hay enfermedades que son transmitidas por esta vía como es la perineumonía bovina, rinitis equina, en las aves se adquiere contagio por la vía aérea por las enfermedades peste aviar y laringotraqueítis aviar, otras enfermedades como la gripe, infecciones estafilocócica, estreptocócica y tuberculosis (García. 1986).

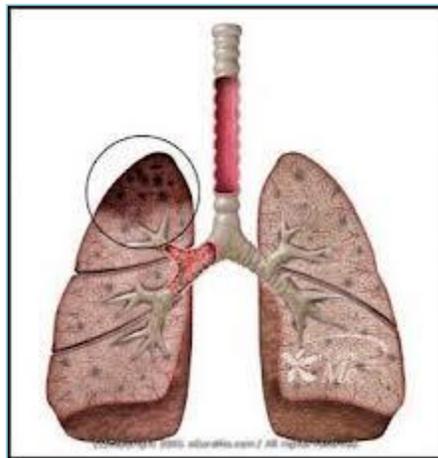


Fig. 29 Tuberculosis pulmonar humanos

3.4.2 Factores que alteran la estancia de los microorganismos del aire

El aire no es un medio favorable para los microorganismos la falta de sustancias nutritivas, la humedad, temperatura, desecación y radiaciones solares no hacen posible el establecimiento de una microflora, si no que estar sujeta a los efectos en conjunto de las condiciones ambientales ocasionando la muerte de la mayor parte, aun esta situación, el poco tiempo de permanencia es suficiente para el traslado de bacterias, hongos y virus patógenos (García. 1986).

Entre los efectos tenemos:

Materia orgánica: constituye junto a las partículas sólidas el medio en el cual se mantiene los microorganismos en el aire, procedente de todos los sustratos donde el aire ha sido capaz de remover permaneciendo unido y protegido en todo momento mientras más fina y menos pesada sea la partícula de la materia orgánica estará suspendida y fácil de ser llevada a otros lugares (García. 1986).

Humedad y precipitaciones atmosféricas: La atmósfera húmeda contiene menos microbios que la seca, debido a que las gotas de humedad los hacen bajar al suelo. Igualmente, después de las precipitaciones atmosféricas, lluvias y nevadas, el aire en gran medida se purifica de microbios. A su estancia contribuye un tiempo seco prolongado (García. 1986).

Constituye la época seca la de mayor peligro porque los microorganismos se sitúan en la mucosa, vías respiratorias y pelaje de los animales siendo potenciales agentes patógenos, las turbulencias del aire de esta época incrementan los microorganismos (García. 1986).

En el inicio de época de lluvia con las precipitaciones obliga al polvo, gotas y aerosoles suspendidos con abundante microflora con abundante microflora saprofita y patógena a descender al suelo lo que coincide con la presencia de un aumento de trastornos gastrointestinales por el consumo de agua muy cargada de microorganismos.

Luz solar, temperatura y desecación: El destino de los microorganismos del aire depende entre otros factores atmosféricos, de la luz solar, pues la acción directa de los rayos solares tiene efectos perjudiciales en los microorganismos; igualmente la temperatura y la desecación directamente relacionadas con la luz solar (con los rayos infrarrojos), actúan como agentes antimicrobianos importantes (García. 1986).

3.4.3 Saneamiento del aire

La higiene del aire con medidas conducentes a reducir la población microbiana, son de gran importancia ya que eliminar buena parte de agentes infecciosos transmitidos por este medio.

Según los casos, puede ser suficiente el grado de contaminación del aire o necesitarse aire esterilizado, lo que se consigue al aplicar métodos físicos o agentes químicos. Algunos de los métodos eficaces utilizados con estos fines se tienen:

- ❖ Control del polvo
- ❖ Ventilación
- ❖ Filtración
- ❖ Radiaciones ultravioletas
- ❖ Desinfección por gases microbicidas

- ❖ **Control del polvo:** Para lograrlo lo fundamental es la limpieza mecánica y las medidas higiénicas, así como evitar la acumulación de basuras y desechos, la higienización con agua y posterior fregado de los pisos y otras superficies, rincones, etc. En ciertas situaciones el polvo puede ser controlado mediante el empleo de sustancias fijadoras, como por ejemplo ciertos aceites, arena y serrines de madera desinfectados, desinfectantes y otros agentes desfavorables para los microorganismos (García. 1986).

- ❖ **Ventilación:** Consiste en renovar el aire de las habitaciones o locales y sustituirlo por aire fresco del exterior. La dilución completa del aire contaminado por ventilación es un medio muy efectivo para dominar las infecciones de origen aéreo en el interior de los recintos cerrados (García. 1986).

- ❖ **Filtración:** La filtración del aire tiene numerosas aplicaciones domésticas, industrias, en las instalaciones pecuarias y en los laboratorios. Los filtros de aire están compuestos, por lo general, de algodón, lana de vidrio u otros materiales fibrosos; pero tienen el inconveniente de que se obstruyen cuando el aire contiene mucho polvo, además, reducen el número de microorganismos en el aire, pero no los elimina necesariamente (García. 1986).
- ❖ **Radiaciones ultravioletas:** Tienen un valor potencial para reducir la flora microbiana del aire. Generalmente se emplean lámparas germicidas que emiten una elevada proporción de radiaciones en la región de 2500 a 2600 Å, la más activa como bactericida (García. 1986).

Como el ojo humano y en menor grado la piel, son muy sensibles a estos rayos, es preciso tener precauciones para evitar perjuicios a las personas que penetren en los aposentos donde las lámparas ultravioletas están instaladas.

- ❖ **Desinfección por gases microbicidas:** Para reducir la flora bacteriana del aire pueden utilizarse ciertos productos químicos, vaporizados o pulverizados en un espacio cerrado. El producto germicida se dispersa en forma de aerosol y desarrolla su acción antimicrobiana al ponerse en contacto con las partículas en suspensión portadoras de microorganismos (García. 1986).

Entre los productos químicos que tienen utilidad en este aspecto se encuentran:

- ❖ Trietilenglicol
- ❖ Propilenglicol
- ❖ Ácido láctico
- ❖ Resorcinol
- ❖ Acido hipocloroso
- ❖ Betapropiolactosa
- ❖ Óxido de etileno
- ❖ Formaldehído
- ❖ Permanganato de potasio
- ❖ Orto fenil fenol y compuestos relacionados.

UNIDAD IV. Microflora epifítica de los alimentos en animales de producción

- 4.1 Concepto, características e importancia de los epifíticos
- 4.2 Fuentes de los microorganismos epifíticos
 - 4.2.1 A partir de los animales
 - 4.2.2 Materia cloacal
 - 4.2.3 A partir del suelo
 - 4.2.4 A partir del agua
 - 4.2.5 A partir del aire
- 4.3 Factores que regulan el crecimiento microbiano en los alimentos
 - 4.3.1 Condiciones ambiental
 - 4.3.2 Humedad
 - 4.3.3 Temperatura
 - 4.3.4 Estado físico y estructura de los alimentos
 - 4.3.5 Sustancias inhibidoras
- 4.4. Alteraciones que provocan los microorganismos epifíticos en los alimentos que consumen los animales
 - 4.4.1 Heno
 - 4.4.2 Ensilaje
 - 4.4.3 Mieles
 - 4.4.4 Granos concentrados
- 4.5. Toxinas microbianas
 - 4.5. 1 Exotoxinas
 - 4.5.2 Endotoxinas
- 4.6 Medidas profilácticas para la conservación de los alimentos.
 - 4.6.1 Deshidratación parcial del ensilaje
 - 4.6.2 Almacenamiento
 - 4.6.3 Elaboración de pienso y eliminación
 - 4.6.4 Antibióticos

Objetivos específicos:

- ❖ Conceptualizar la composición de la microflora epifítica.
- ❖ Diferenciar los factores que regulan el desarrollo de la microflora epifítica en los alimentos que consume el ganado.
- ❖ Valorar el grado de afectación que provoca la microflora epifítica en los alimentos como el heno, ensilados, mieles, granos y concentrados.
- ❖ Aplicación de medidas profilácticas para conservar el alimento de consumo animal.

4.1 Concepto, características e importancia de los microorganismos epifíticos

Son microorganismos epifíticos aquellos géneros de bacterias, hongos y levaduras que se encuentran en la superficie de las hojas, tallos y granos del vegetal, estableciendo relaciones estrechas constituyendo una población típica para cada grupo de plantas, también se encuentran sobre los alimentos almacenados. (García,1986)



Ramírez, P et al 2007

Fig. 30 Microflora epifítica

En condiciones favorables pueden causar deterioro y producir sustancias que originan trastornos en la salud de los animales de producción.

Características de la microflora epifítica (García. 1986).

Los microorganismos epifíticos de las plantas tienen las siguientes características:

- ❖ Tiene una marcada resistencia a la luz solar y a las radiaciones ultravioletas.
- ❖ Poseen resistencia a la desecación del medio donde se desarrolla.
- ❖ Posee tolerancia a las sustancias llamadas fitoncidos segregadas por las plantas.
- ❖ Son pocos exigentes en su nutrición y utilizan las escasas reservas de sustancias nutritivas de la superficie de las plantas; son capaces de desarrollarse en medios simples e incluso melaza.
- ❖ Se indica que las semillas son las fuentes principales de los microorganismos epifíticos, siendo capaces de trasladarse desde las zonas rizosférica a las partes de área vegetal.

Importancia de la microflora epifítica

La importancia está relacionada con la producción vegetal señalando los aspectos importantes (García. 1986).

- ❖ La fermentación natural durante el ensilaje de plantas verdes realizado por las bacterias ácido lácticas epifíticas de las hojas y tallos de los forrajes (gramíneas y leguminosas).
- ❖ El estudio y conocimiento de los microorganismos epifíticos de las semillas y granos es posible determinar el estado de las mismas y las condiciones de su almacenamiento.
- ❖ Mayor crecimiento vegetativo de las plantas.
- ❖ Mejora de la nutrición vegetal en los estados juveniles.
- ❖ Producción de auxinas (Ácido Indol Acético) y factores de crecimiento (Vitamina B12)
- ❖ Barrera natural y acción antagónica contra patógenos.
- ❖ Pueden producirse sustancias tóxicas al hombre y a los animales de producción afectando sus capacidades productivas.

4.2 Fuentes de los microorganismos epifíticos

Los alimentos que consumen los animales como piensos, forrajes, pastos, heno etc. Están sujetos a contaminaciones sobre su superficie por grandes cantidades de microorganismos procedentes del suelo, agua, materiales residuales, aire, excremento, aumentando nuevas especies a la microflora natural de los alimentos (García. 1986).

4.2.1 A partir del material cloacal

El material cloacal procedente de las áreas de sombra y ordeño cuando se aplica, sin tratamiento previo de digestión microbiana, en las áreas forrajeras con enriquecimiento orgánico, puede ser portador y a la vez contaminar con bacterias patógenas de otros animales, incluyendo además las bacterias coliformes, enterococos y bacterias intestinales (García. 1986).

4.2.2 A partir del agua

Las aguas naturales contienen microflora microbiana habitual y típica, pudiendo incorporarse microorganismos del suelo y posiblemente de los animales e inclusive de material residual. Entre los microorganismos que más abundan se encuentran Pseudomona, Proteus, Micrococos, Aereobacter, Escherichia, siendo los dos últimos resultados de contaminación y no miembros de su flora natural (García. 1986).

4.2.3 A partir de los animales

Los animales generalmente contienen una gran cantidad de microorganismos procedentes del suelo, estiércol y agua situados en la piel, pezuñas y pelo. Son también portadores de microorganismos contaminantes a través de sus productos de desecho poseedoras de bacterias de la flora intestinal en particular la microflora coliforme y algunas especies patógenas. Entre los géneros más importantes proceden de esta fuente se encuentran el *Streptococos*, *E. coli*, *Aerobacter*, *Pseudomona*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Achormobacter*, *Clostridium* (García. 1986).

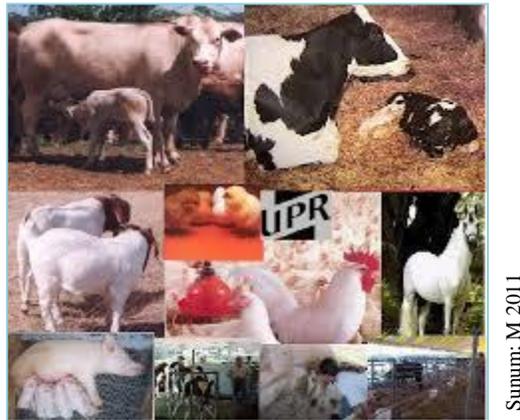


Fig. 31 Animales de producción.

4.2.4 A partir del aire

El aire es una de las fuentes más importante de contaminación de los piensos y demás alimentos, predominan las estructuras resistentes como las esporas de hongos y porciones de hifas mantenidas en suspensión en el aire resistiendo las condiciones de desecación y en grandes cantidades por las características de la reproducción asexual de los hongos, también las endosporas bacterianas y formas vegetativas son trasladadas por el aire (García. 1986).

Los géneros de bacterias aisladas del aire se encuentran la *Sarcina*, *Micrococos*, *Bacillus*, *E. coli*, *Klebsiella* y entre los hongos: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* y las levaduras *Cándida* (García. 1986).

4.2.5 A partir del suelo

El suelo constituye la principal fuente poseedora del mayor número de microorganismos con una amplia variedad de géneros y especies bacterianas y fúngicas estando siempre presentes y en condiciones de contaminar los forrajes, heno, ensilaje, pienso, etc. (García. 1986).



Ramos; A 1999

Fig. 32 Maíz contaminado *Aspergillus Spp.*

Entre los más abundantes se encuentran géneros bacterianos: *Bacillus*, *Clostridium*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Micrococos*, *Proteus*, *Leuconostoc* y *Pseudomona* y entre los géneros de hongos se encuentran el *Aspergillus* y *Fusarium* (García. 1986).

4.3 Factores que regulan el crecimiento microbiano en los alimentos

Son múltiples los factores que influyen en el crecimiento microbiano algunos de carácter ambiental donde lo fundamental es el grado de humedad del alimento y del ambiente otros son inherentes a los propios microorganismos teniendo en cuenta la diversidad de especies y géneros que compiten con sustratos, por lo tanto, los factores regularan el crecimiento y predominar y la velocidad a que se desarrolla, así como los cambios que producirá en el alimento (García. 1986).

Los factores que regulan el crecimiento son:

4.3.1 Las condiciones ambientales

Los factores del medio ambiente están relacionados entre sí y sus efectos combinados determinan los organismos que hacen crecer y las acciones que ejercen, son fundamentales la humedad, temperatura y oxígeno (García. 1986).

4.3.2 Humedad

El agua en los alimentos, su situación y disponibilidad, es uno de los factores más importantes que influyen en el crecimiento microbiano. Dentro de la humedad, se debe tener en cuenta la actividad acuosa de los alimentos, el cual consiste en el contenido de agua del sustrato que está disponible para ser utilizados por los microorganismos (García. 1986).

4.3.3 Temperatura

Los microorganismos difieren en sus temperaturas con valores mínimas, óptimas y máximos de crecimiento, a temperatura a que se encuentre un alimento tendrá una influencia directa en el tipo, velocidad y extensión de los cambios que tengan lugar en origen microbiano (García. 1986).

La mayoría de los mohos y levaduras crecen bien a las temperaturas normales de los locales y almacenes estando siempre por debajo de 35-37 °C (mesófilos parásitos y saprófitos); en las bacterias sucede igual exceptuando algunas que crecen a altas temperaturas (termófilas) y otras soportan temperaturas de refrigeración (psicrofilas) (García. 1986).

En la leche cruda a temperaturas próximas a congelación crecen especies de los géneros *Pseudomona* y *Achormobacter*, en casos de temperaturas ambientales se incrementan los Lactobacilos y Streptococos (García. 1986).

4.3.4 Estado físico y estructura de los alimentos

El estado físico de los alimentos, su naturaleza coloidal si ha sido expuesto a tratamiento como congelación, calentamiento, humedecido o desecado, unido a su estructura natural determina o no su alteración (García. 1986).

La congelación previene el crecimiento microbiano con una temperatura suficiente baja, sin embargo, durante la descongelación se daña mucho tejido cuyos jugos se liberan favoreciendo el crecimiento microbiano (García. 1986).

Los tratamientos térmicos pueden variar la composición química de los alimentos, desnaturalizando las proteínas y el almidón puede gelificarse eliminando humedad, siendo en ambos casos descompuestos al disponer de gérmenes de los sustratos más fácilmente (García. 1986).

Con respecto a las estructuras naturales se refiere a algunos alimentos protegidos por una cubierta protectora esto hace que se mantenga las porciones internas de los tejidos sanas, integra y estériles (García. 1986).

Los alimentos de los animales de producción constituyen un medio de cultivo microbiano idóneo estando determinadas su calidad por su composición química, de aquí cada género tiene una capacidad característica propia para utilizar unas sustancias como alimento energético y otras para fines estructurales y reproductivos (García. 1986).

Dentro de los alimentos energéticos como son los azúcares fermentables de los pastos y las mieles se emplean con más rapidez, la celulosa de los pastos y forrajes y el almidón de los granos son aprovechados por determinados géneros de microorganismos (García. 1986).

Es importantes para los alimentos energéticos su concentración en la solución, teniendo en cuenta sus efectos osmóticos y la cantidad de humedad disponible; los hongos (mohos y levaduras) pueden crecer en concentraciones altas de azúcar en cambio el crecimiento bacteriano se consigue mejor en concentraciones bajas (García. 1986).

Para los alimentos estructurales los microorganismos se diferencian en su capacidad enzimática para utilizar la fuente de nitrógeno para su desarrollo estando en dependencia de la composición química del compuesto nitrogenado. Los péptidos, aminoácidos, urea, amoníaco y otros compuestos más sencillos pueden ser utilizados por ciertos microorganismos (García. 1986).

4.3.5 Sustancias inhibidoras

Son sustancias presentes originalmente en el alimento, adicionadas o por accidentes, también pueden presentarse como resultado del crecimiento microbiano y en los tratamientos que reciban los alimentos; como consecuencia pueden inhibir el crecimiento de todos los microorganismos o ciertas especies en específico (García. 1986).

Accidentalmente pueden encontrarse residuos de detergentes o desinfectantes empleados para la limpieza de equipos como bactericidas, insecticidas; también ciertos microorganismos que se desarrollan en los alimentos pueden producir una o más sustancias inhibidoras para otras especies como por ejemplos: ácidos, alcoholes, peróxidos, e incluso antibióticos (García. 1986).

4.4 Principales alteraciones que causan los microorganismos epifíticos en los alimentos que consumen los animales.

4.4.1 Granos y concentrados

Son los productos que se almacenan como granos, harinas de cereales y los concentrados; si son protegidos y mantenidos en las debidas condiciones no sufrirán alteraciones microbianas.



Herrera; Z 2000

Fig.33 Grano de sorgo contaminado

Si se exceden el mínimo de agua o humedad al alimento, primeramente, crecerán las colonias de mohos, siguiendo en abundancia las poblaciones de bacterias y levaduras. El crecimiento en los granos se debe a que posee una microflora epifítica natural, puesto que no reciben un pre-tratamiento además de su abundante contenido de almidón, azúcar, compuestos nitrogenados, vitaminas lo que constituye un rico sustrato, además de las condiciones favorables de aireación se propicia el rápido crecimiento en su inicio de colonia y mohos (García. 1986).

Los granos triturados y harinas inician una fermentación acida, principalmente por la acción de especies bacterianas ácido láctico y coliformes que producen además ácido acético, siendo lo más probable se inicie también fermentación alcohólica sobre los granos especialmente por desarrollo en la superficie de mohos y levaduras peliculiformes. Hay especies bacterianas ácido acéticas, como el género *Acetobacter* puede oxidar el alcohol y convertirlo en ácido acético inhibiendo el desarrollo de los mohos (García. 1986).

4.4.2 Mieles

Constituye uno de los productos utilizados en la explotación intensiva como sustituto en la dieta de una parte de la fuente energética de rápida asimilación. Los microorganismos causantes de su alteración son hongos osmófilos a causa de su elevado contenido de azúcares, entre los géneros más abundantes se encuentran ciertas especies de levaduras de *Torula*, (*Cryptococcus*) *melli* y entre los mohos están los géneros *Penicillium* y *Mucor*, siendo su multiplicación lenta en la superficie de la miel. También se han identificado levaduras acidófilas y glucidolíticas que la afectan (García. 1986).

4.4.3 Forraje y heno

Los forrajes tanto verdes como henificados tendrán siempre presentes una microflora epifítica típica, la cual puede incrementarse con los microorganismos procedentes del suelo y del polvo de aire aprovechando las condiciones propicias de los líquidos del vegetal resultado del corte y el picado, unido a la temperatura ambiental para ocasionar el deterioro donde actúan las enzimas microbianas y las del propio vegetal afectando la calidad del alimento en unas horas (García. 1986).



Bretingniere; L 1997

Fig.34 Forraje contaminado

Se identifican sobre el forraje colonias algodonosas mixtas de los géneros *Fusarium*, *Penicillium* y *Aspergillus* predominando además especies bacterianas en forma de bacilos esporógenos y capsulados y cocos capsulados gram + y gram - (García. 1986).

En el heno las condiciones son más difíciles para el ataque microbiano debido a la escasez de agua, permaneciendo las estructuras resistentes en la superficie del vegetal, además de las contaminaciones, durante el almacenamiento, entre los hongos que se aíslan colonias de alternativa, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* y en las especies bacterianas se encuentran bacilos esporógenos y cocos encapsulados, sus cantidades serán menores en comparación con el forraje (García. 1986).

4.4.4 Ensilaje

En material verde ensilado puede ser fácilmente alterado por los microorganismos epifíticos si no cumplen los requisitos para su conservación, el apisonamiento no correcto permitiendo cámaras de aire, así como la presencia de partículas térreas ocasionan en el material troceado un aumento de microorganismos epifíticos, que pudren la masa verde, dando olores y sabores indeseables para el consumo de los animales de producción, además de las considerables pérdidas de un volumen de alimento; se destacan especies de bacterias proteolíticas causantes de la desaminación y otros productores de ácido butírico es característico observar presencia de mohos y coloración oscura en el material alterando sus propiedades organolépticas (García. 1986).

4.5 Toxinas Microbianas

Todas las sustancias encontradas en los cultivos de bacterias y hongos a las cuales se les atribuye la causa de trastornos en los animales reciben el nombre de toxinas o venenos. Son sustancias solidas e inertes que se difunden al exterior o llevan consigo el microorganismo, siendo capaces de afectar la salud hasta ocasionar la muerte (García. 1986).

Las toxinas se consideran como venenos de fermento que tiene la propiedad de suspender los procesos del metabolismo nutritivo; el modo de acción de las toxinas principalmente aquellas de naturaleza proteínica catalizan determinados procesos bioquímicos, destruyen sustancias de importancia vital, actuando a dosis más reducidas presentan un periodo de latencia deprimiendo las funciones defensoras de los tejidos (García. 1986).

Las intoxicaciones alimentarias son aquellas causadas por la ingestión de toxinas o venenos elaborados por los microorganismos en los alimentos o la producción de estos venenos en el interior de la célula microbiana previa su penetración en el tracto gastrointestinal juntos con los alimentos (García. 1986).

Las toxinas se clasifican de acuerdo al carácter de su formación en Exotoxinas y Endotoxinas definiéndola como sustancias de alto peso molecular causantes de intoxicaciones.

- ❖ **Intoxicaciones verdaderas:** debido a las exotoxinas de las bacterias y hongos (García. 1986).
- ❖ **Infecciones alimentarias:** como enfermedades producidas por géneros que producen endotoxinas formadas por el desarrollo del microorganismo en el aparato digestivo del hospedero (García. 1986).

Principales géneros que producen intoxicaciones alimentarias:

❖ **Bacterias**

1. ***Clostridium botulinum***: produce una exotoxina que ocasiona intoxicaciones alimenticias en aves, llamadas “cuello flácido”, también otras especies como gallinas, patos y gansos son susceptibles (García. 1986).
2. ***Clostridium perfringens***: Causa intoxicación en las ovejas de tipo B; también se identifican de la misma el tipo D causante de la enfermedad denominada hierba de los équidos (García. 1986).



Godfernanx; 2004

Fig.35 *Clostridium perfringens*

3. ***Proteus vulgaris***: se evidencia como capaz de desarrollo en el tracto intestinal y producir toxinas en animales que consumen heno y concentrados contaminados (García. 1986).
4. ***Escherichia coli***: cuando se altera el equilibrio del sistema de los fermentos y se sitúa el E. coli en el intestino delgado (duodeno) adaptan sus propiedades toxicas dañando los capilares sanguíneos (García. 1986).
5. ***Salmonella***: la endotoxina es de alta toxicidad. En los terneros cerdo provoca la fiebre paratifoidea y en las aves causa diarrea blanca (García. 1986).
6. ***Staphylococcos***: causan intoxicación alimentaria, la especie aureus es causante de las mastitis en bovino y caprino (García. 1986).

❖ **Hongos**

1. *Aspergillus flavus*: identificado como productores de la toxina en harinas de maní consumidas por terneros (García. 1986).
2. *Aspergillus fumigatus*: productor de una sintomatología de naturaleza infecciosa y toxica de los polluelos (García. 1986).



Barranta et al; 2010

Fig.36 *Aspergillus fumigatus*

Fusarium: productor de micotoxinas en los alimentos y sus efectos en el ganado lechero.

3. *Stachybotrys*: causante se serias intoxicaciones en los animales al producir diversos tipos de toxinas (García. 1986).
4. *Penicillium rubrum*: Causante junto a otros géneros de hongos trastornos en cerdas originando abortos diarreas sanguinolentas por la presencia de aflotoxinas (García. 1986).

Clasificación de las toxinas

Se clasifican de acuerdo al carácter de su formación Exotoxinas y Endotoxinas.

4.5.1 Exotoxinas

Se difunden fácilmente desde las células al medio circundante del cual se nutren las bacterias y los hongos que la producen, se caracterizan por su elevada toxicidad y ejercen su acción sobre el organismo susceptible a dosis muy reducida (García. 1986).

Las toxinas de los géneros *Clostridium botulinum*, *C. perfringens* y *Staphylococcos* patógenos no se destruyen en el estómago, ni en el intestino lo cual pueden provocar intoxicación del organismo cuando se ingiere por vía oral (García. 1986).

Los hongos producen solamente exotoxinas denominadas aflotoxinas siendo identificado cuatro compuestos furanocoumarin designados por aflotoxinas B1, B2, G1, G2, todas producidas por el género *Aspergillus* y aisladas de sustratos húmedos de granos enteros de trigo, avena, maní, harina de maní, trigo y maíz picado (García. 1986).

4.5.2 Endotoxinas

Están firmemente fijadas al cuerpo de la célula bacteriana (no la producen los hongos) son menos tóxicas y actúan sobre el organismo a grandes dosis, tienen un efecto selectivo débilmente acusado (García. 1986).

La estructura química es de compuestos glúcidos, lípidos y polisacáridos o complejos fosfolípidos proteico. Son termoresistentes soportados en algunos casos calentamientos excesivos (García. 1986).

Las endotoxinas actúan en el interior del animal que ha consumido el alimento contaminado, al destruirse la célula bacteriana por efecto de la lisis o ruptura de su estructura se liberan las toxinas para ser absorbidas (García. 1986).

Las endotoxinas se encuentran en el protoplasma y la pared celular de las bacterias gram -, las que generalmente las producen (García. 1986).

4.6 Medidas profilácticas para la conservación de los alimentos

Conociendo los factores que impulsan el desarrollo microbiano y como consecuencia la producción de toxinas microbiano y como consecuencia la producción de toxinas podemos utilizar estos factores a niveles que sean letales a los microorganismos como medio de control. Los métodos de preservación de alimentos más conocidos son: manipulación aséptica, calor, la temperatura, la deshidratación, la presión osmótica, la adición de los productos químicos que incluyen antibióticos y por último las radiaciones violetas e ionizantes (García. 1986).

Todas las condiciones antes mencionadas no son factibles de utilizarlas en alimento del ganado sobre los piensos forrajes, etc., debido en muchos casos a las condiciones para su uso y en otros al no conocimiento cabal de su aplicación y los resultados en los alimentos del ganado (García. 1986).

4.6.1 Deshidratación parcial del ensilaje

Es una práctica común en la conservación del forraje mediante la deshidratación parcial en el henificado natural o artificial e otros casos la conservación del forraje con todo su contenido de agua mediante la realización del ensilaje, previa regulación del pH, Oxígeno, etc., siendo posible conservarlo por muchos años. Se incluye además en algunas técnicas de adición de ácidos y sales a los ensilajes para evitar la fermentación microbiana y mejorar el sabor (García. 1986).

4.6.2 Almacenamiento

En alimentos como granos y piensos se toman medidas preventivas para evitar el desarrollo microbiano realizando el almacenaje en lugares secos con ventilación regulada, además los envases han de ser en sacos y estar separados del suelo para evitar los efectos negativos de la humedad. En estos momentos para evitar los riesgos de manipulación y aumentar los controles se utiliza el envase a granel en edificios sólidos y bien protegidos (García. 1986).

4.6.3 Elaboración de piensos y eliminación de humedad

El preparado de mezcla de alimentos fundamentalmente granos, la elaboración de harinas, el tratamiento con calor para eliminar parcialmente la humedad, además de una previa desinfección para desinfección para reducir el número de esporas son mencionadas como otras de las formas de control del desarrollo microbiano (García. 1986).

4.6.4 Antibióticos

La utilización de antibióticos se señala en su acción sobre los microorganismos del intestino, por medio de la eliminación de las toxinas producidas por ellos y la eliminación de la competencia favoreciendo la producción de vitaminas y los cambios beneficiosos en el metabolismo bacteriano. Se aconseja discreción en su empleo debido a sus efectos desfavorables en la microflora yodofila (descompone la celulosa), pueden desarrollarse antibioresistencia y antibiodespendencia de la microflora intestinal y procesos mutacionales en la bacteria (García. 1986).

UNIDAD V. Microbiología de la conservación y producción de alimentos para animales de explotación

5.1 Introducción

5.2 Producción de alimentos de origen microbiano

5.2.1 Probióticos

5.2.2 Prebióticos

5.2.3 Levaduras

5.3 Microbiología del ensilaje

5.3.1 Microorganismos deseables

5.3.2 Microorganismos indeseables

5.3.3 Conceptos de ensilaje y fermentación

5.3.4 Tipos de ensilaje

5.3.5 Fases del proceso de ensilaje

5.4 Microbiología de la leche

5.4.1 Composición de la leche

5.4.2 Procedencias de los microorganismos de la leche

5.4.3 Requerimientos para obtener leche con menos cargas microorganismos

5.4.4 Microorganismos de la leche (saprofitos, patógenos)

5.4.5 Defectos causados por microorganismos

Objetivos específicos:

- ❖ Relacionar los términos de ensilaje y fermentación.
- ❖ Distinguir la importancia que tienen los microorganismos en cada una de las fases del proceso de ensilaje.
- ❖ Relacionar elementos o factores que interactúan en la composición de la leche.
- ❖ Ubicar procedencia de los microorganismos que se encuentran en la leche.

5.1 Introducción

La utilización de los microorganismos en la producción pecuaria constituye una de las posibilidades que debemos desarrollar. La conservación del ensilaje se debe precisamente a la microflora epifítica de las plantas, lo que permite mantener grandes volúmenes de masa verde, aun se requiere perfeccionar y controlar el proceso de ensilaje.

Su objetivo es la alimentación de los animales de producción en la época de sequía, cuando la producción de forraje disminuye siendo el ensilaje más digestible que el heno y otros materiales secos.

El empleo de microorganismos para la producción de ácidos, vitaminas, antibióticos, es otro paso importante para aprovechar las capacidades de síntesis microbiana. Es también de amplia realización el empleo de levaduras forrajeras para la alimentación del ganado empleando productos industriales para la obtención.

5.2 Producción de alimentos de origen microbiano

5.2.1 Probióticos

Los Probióticos son microbios vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos (Hernandez et al 2000). Las especies de *Lactobacillus* y *Bifido bacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos.

Las bacterias de ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud.

En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microbios vivos que han demostrado en estudios controlados producir un beneficio a la salud. La fermentación de alimentos brinda perfiles de sabor característicos y reduce el pH, lo que impide la contaminación provocada por posibles patógenos. La fermentación se utiliza a nivel mundial para el mantenimiento de una gama de materiales agrícolas sin procesar (cereales, raíces, tubérculos, frutas y hortalizas, leche, carne, pescado etc.) (García. 1986).

5.2.2 Prebióticos

Prebióticos son productos alimenticios no digeribles o fibra que estimula el crecimiento de especie bacteriana, están presentes en el colon y mejoran la salud del huésped, contiene sustratos que nutren a la microbiota o microflora intestinal benéfica (Hernandez et al 2000). Son sustratos la fibra alimentaria y los flucotooligosacaridos (FOS), que son azúcares simples de cadena corta (Neoazúcares), con una longitud de 3 a 10 unidades.

Los azúcares de los flucotooligosacaridos están vinculados entre sí por enlaces no digeribles que no pueden ser hidrolizados por las enzimas del intestino delgado de manera que los carbohidratos de estos compuestos pasan sin digerirse al intestino grueso, las fuentes de prebióticos son: miel, cerveza, cebolla, espárragos, centeno, alcachofa, plátano, avena (García. 1986).

Estos FOS estimulan selectivamente el crecimiento de bacterias benéficas, *bífido bacterium* y *lactobacillus*, las que reducen bacterias patógenas como *Salmonella* y *Clostridium* en el tubo digestivo, estos Neoazúcares, producen aumento de *bífido bacterium* y disminuyen la actividad glucoronidasa beta. Resistente a la acidez y toxicidad de la bilis, se adhieren a las células intestinales epiteliales, colonizan el tubo digestivo, entran en competencia con los gérmenes patógenos, producen agentes antimicrobianos, modulan el sistema inmunitario (García. 1986).

5.2.3 Levaduras forrajera (PUC)

La levadura constituye uno de los alimentos de origen microbiano más extensamente utilizado en la alimentación de origen microbiano de los animales de producción y se le denomina levadura pienso o levadura forrajera. Como sustrato se emplea las melazas que son residuales de la industria azucarera, de bajo costo, y abundante en carbohidratos de fácil fermentación; a las melazas se le aplica tratamientos para eliminar las sustancias tóxicas, ajustar el pH y eliminar los iones en exceso (García. 1986).

El sustrato es enriquecido y equilibra con una fuente de nitrógeno compuesta de amoníaco, sulfato de amonio, difosfato de amonio, urea y aminoácidos.

5.3 Microbiología del ensilaje

La microflora del ensilaje juega un papel clave para el éxito del proceso de conservación. Puede ser dividida en dos grupos principales: los microorganismos benéficos y los microorganismos indeseables. Los microorganismos benéficos son los microorganismos BAL. Los indeseables son aquellos organismos que causan el deterioro anaeróbico (p. ej. Clostridium y enterobacterias) o deterioro aeróbico (ej. levaduras, *bacillus*, *Listeria Spp.* y mohos). Muchos de estos organismos indeseables no sólo reducen el valor nutritivo del ensilaje, sino que pueden además afectar la salud de los animales o alterar la calidad de la leche, o ambas (p. ej.: *Listeria Spp.*, *clostridium*, hongos y *bacillus*) (FAO. 2002).

5.3.1 Microorganismos deseables

❖ Bacterias productoras de ácido láctico (BAL)

Son un grupo de microorganismos representados por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general la BAL son cocos o bacilos gram positivas, no esporulados, no móviles anaerobios, microaerófilos o aereotolerantes; oxidasa, catalasa y bencidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos. Además, las BAL son ácidos tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, y otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crecen entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (FAO. 2002).



Goff; HD 2007

Fig. 37 Bacterias lácticas, *bacillus Spp.*

5.3.2 Microorganismos indeseables

❖ Levaduras

Las levaduras son microorganismos eucarióticos, anaeróbicos facultativos y heterotróficos. En todo ensilaje, tanto la actividad de levaduras anaeróbicas como aeróbicas son indeseables. Bajo condiciones anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO₂. La producción de etanol no sólo disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico, sino que también produce un mal gusto en la leche. Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O. La degradación del ácido láctico eleva el valor del pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables (FAO. 2002).

La supervivencia de las levaduras durante el almacenaje depende de la severidad de la anaerobiosis y la concentración de ácidos orgánicos. La presencia de oxígeno facilita la supervivencia y el desarrollo de las levaduras durante el almacenaje mientras que un contenido elevado de ácido fórmico o ácido acético reducen su supervivencia. La actividad inicial de las levaduras parece ser incrementada en forrajes que generan niveles bajos de pH (<5). Bajo estas condiciones el ensilaje resultante tiene concentraciones altas de etanol y bajas en ácido láctico (FAO. 2002).

❖ Enterobacterias

Las enterobacterias son organismos anaeróbicos facultativos. Se considera que la mayoría de las enterobacterias presentes en el ensilaje no son patógenas. Pese a ello su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con los integrantes del BAL por los azúcares disponibles, y porque además pueden degradar las proteínas. La degradación proteica no sólo causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, sino que también permite la producción de compuestos tóxicos tales como aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple (FAO. 2002).

Se sabe que las aminas biogénicas tienen un efecto negativo sobre la palatabilidad del ensilaje, especialmente en animales todavía no acostumbrados a su sabor. Más aún, el amoníaco generado por la proteólisis aumenta el poder tampón del forraje ensilado, lo cual se opone a toda tendencia para un descenso rápido del pH del ensilaje (FAO. 2002).

Un atributo particular de las enterobacterias es su habilidad, en el proceso de ensilaje, para reducir el nitrato (NO₃) a nitrito (NO₂). Las enterobacterias en el ensilaje pueden luego degradar el nitrito en amoníaco y óxido de nitrógeno (N₂O), pero este también puede ser transformado en monóxido de nitrógeno (NO) y nitrato. En presencia de aire, el NO es oxidado produciendo una mezcla de gases, óxidos amarillo-marrones de nitrógeno (NO₂, N₂O₃, N₂O₄). Los gases de NO y NO₂ dañan el tejido pulmonar y pueden causar enfermedades con síntomas parecidos a la neumonía, conocida como enfermedad del ensilaje (FAO. 2002).

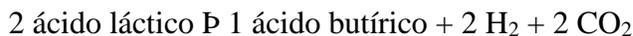
Para evitar el contacto de los animales con estos gases de nitrógeno se recomienda que no sean estabulados cerca de los silos cuando se llena el silo o durante su primera semana de almacenaje. A pesar de estos problemas, se considera útil que ocurra una leve reducción de nitritos, ya que los nitritos y el NO que se generan son inhibidores muy potentes de los clostridios y mejoran la calidad del ensilaje (FAO. 2002).

Las enterobacterias no proliferan en ambientes con valores bajos de pH. Las técnicas de ensilaje que aseguren un rápido y significativo descenso del pH en el ensilaje, provocarán una inhibición del desarrollo de las enterobacterias (FAO. 2002).

❖ Clostridios

Los clostridios son bacterias anaeróbicas que forman endosporas. Muchas de ellas pueden fermentar tanto carbohidratos como proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje y al igual que las endobacterias crean problemas al producir aminas biogénicas. Además, la presencia de clostridios en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; esto puede resultar en la contaminación de la leche, ya sea directamente o por ubres mal aseadas. La especie de mayor importancia en las lecherías es *Clostridium tyrobutyricum*, un organismo ácido tolerante (FAO. 2002).

Además de poder fermentar carbohidratos, *C. tyrobutyricum* también puede degradar el ácido láctico en ácido butírico, H₂ y CO₂, según la reacción siguiente:



Bug: B 2011

Fig.38 *Clostridium tyrobutyricum*

Serios problemas de salud pueden ser causados por ciertos tipos de clostridios. Una especie extremadamente tóxica es *Clostridium botulinum* que provoca el botulismo, y puede ser fatal para el ganado bovino. Afortunadamente, *C. botulinum* tiene una baja tolerancia a medios ácidos y por ello no se desarrolla en ensilajes bien fermentados (FAO. 2002).

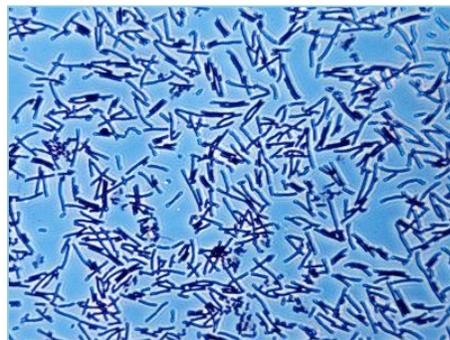
El botulismo en los animales es causado por ingestión de ensilaje contaminado con *C. botulinum* y corresponde casi siempre a la descomposición de un cadáver (p. ej.: ratón, pájaro) dentro del ensilaje (FAO. 2002).

Un "ensilaje clostridial" típico muestra un alto contenido de ácido butírico (más de 5 g/kg de MS), un pH alto (>5 en ensilajes con bajo contenido de Materia seca), y alto contenido tanto de amoníaco como de aminas. Las técnicas de ensilaje que permiten una caída rápida y significativa del pH evitarán el problema, puesto que tanto el desarrollo de enterobacterias como de clostridios se inhibe con valores bajos de pH. Por otro lado, los clostridios muestran mayor susceptibilidad a la falta de humedad que los integrantes del BAL (FAO. 2002).

Toda medida tomada para disminuir el valor humedad de un forraje, como inducir su marchitez y por ende aumentar el valor del contenido de Materia seca, permite la inhibición selectiva de clostridios. Por último, los nitritos y el NO u otros compuestos que puedan ser degradados en el ensilaje para producirlos, también inhibirán el desarrollo de los clostridios (FAO. 2002).

❖ Bacterias productoras de ácido acético

Estas bacterias son ácido tolerante y aeróbicas obligatorias. Hasta la fecha, todas estas bacterias aisladas de muestras de ensilaje pertenecen al género *Acetobacter*. La actividad de *Acetobacter Spp.* en el ensilaje es pernicioso porque puede iniciar una deterioración aeróbica, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO₂ y agua. Generalmente, las responsables principales del inicio del deterioro aeróbico son levaduras; las bacterias acéticas se encuentran ausentes o juegan un papel poco importante en este problema (FAO. 2002).



Madigan; MM 2005

Fig. 39 *Acetobacter Spp.*

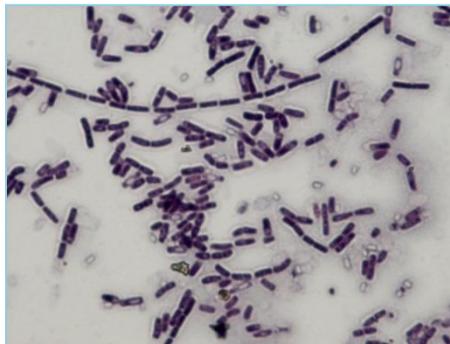
No obstante, existe evidencia que estas bacterias pueden iniciar un deterioro aeróbico en el ensilaje de maíz cuando incluye toda la planta, grano y forraje. Por otro lado, la inhibición selectiva de las levaduras también puede aumentar la proliferación de bacterias que producen ácido acético en el ensilaje (FAO. 2002).

❖ Bacilos

Los bacilos se asemejan a los clostridios: son bacterias de forma cilíndrica que forman esporas. Sin embargo, se los puede distinguir fácilmente ya que son aeróbicos facultativos, mientras que los clostridios son todos anaeróbicos obligatorios. Los bacilos aeróbicos facultativos fermentan un amplio rango de carbohidratos generando compuestos tales como ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol, 2,3-butanodiol y glicerol. Algunos *Bacillus Spp.* son capaces de producir sustancias fungicidas, y se los ha usado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en ensilajes (FAO. 2002).

Con la excepción de estas especies, el desarrollo de los bacilos en el ensilaje es en general considerado como indeseable. Esto se debe a que los bacilos no sólo son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo BAL, sino que, en las etapas finales, incrementan la deterioración aeróbica (FAO. 2002).

Además, un alto número de esporas de *Bacillus* en leche fresca ha sido asociado con un alto número de esporas en heces frescas de vaca. Parece muy posible que, tal como ocurre en el caso de esporas de los clostridios, las esporas de *Bacillus* sean transferidas del ensilaje a la leche vía las heces. Las esporas psicrotóxicas de *Bacillus cereus* son consideradas como los organismos más importantes del deterioro de la leche pasteurizada. Altas concentraciones de esporas psicrotóxicas de *B. cereus* han sido detectadas en ensilajes (FAO. 2002).



Bradley; R et al 2000

Fig. 40 *Bacillus cereus*

❖ Mohos

Los mohos son organismos eucarióticos. Es fácil identificar un ensilaje infestado por mohos debido a los filamentos de diversos colores y de gran tamaño que producen muchas especies. Los mohos se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive solo trazas (FAO. 2002).

En un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante el deterioro aeróbico (Fase 4) todo el ensilaje puede ser invadido por mohos (FAO. 2002).

Las especies que se han identificado más frecuentemente en el ensilaje pertenecen a los géneros: *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrimum*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma* (FAO. 2002).

Los mohos no sólo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje, sino que también son un riesgo para la salud de los animales y las personas. Las esporas de mohos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas. Otros problemas de salud asociados con los mohos se relacionan con las micotoxinas (FAO. 2002).

Dependiendo del tipo y la cantidad de toxina presente en el ensilaje, los problemas de salud pueden variar desde ligeras molestias digestivas, pequeños problemas de fertilidad y una disminución de las defensas naturales, hasta daños serios al hígado o a los riñones y abortos (FAO. 2002).

Algunas especies de hongos que producen micotoxinas son: *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium roqueforti*, y *Byssochlamys nivea*, *P. roqueforti* es una especie ácido tolerante que puede desarrollarse aún en ambientes con muy poco oxígeno y alta concentración de CO₂ y ha sido detectada como una especie predominante en diversos tipos de ensilajes (FAO. 2002).



Morales; D 2016

Fig. 41 *Aspergillus Spp* en Agar Sabouraud.

Todavía existen muchas dudas sobre cuáles son las condiciones bajo las que se producen las micotoxinas en el ensilaje. No todos los ensilajes fuertemente infestados por mohos tienen forzosamente una gran cantidad de micotoxinas, y no todos los tipos de micotoxinas que pueden producir los mohos se encuentran necesariamente en un ensilaje infestado (FAO. 2002).

Está confirmado que la aflotoxina B1, una micotoxina de *Aspergillus flavus*, puede ser transferida del ensilaje a la leche. A pesar de esto, no se sabe si esto mismo puede ocurrir con micotoxinas de *P. roqueforti* o *A. fumigatus* (FAO. 2002).

Las técnicas de ensilaje que minimizan el ingreso de aire una buena compactación y cierre hermético del ensilaje, y la inclusión de aditivos que inhiben el deterioro aeróbico, podrán prevenir o limitar el desarrollo de mohos (FAO. 2002).

❖ **Listeria**

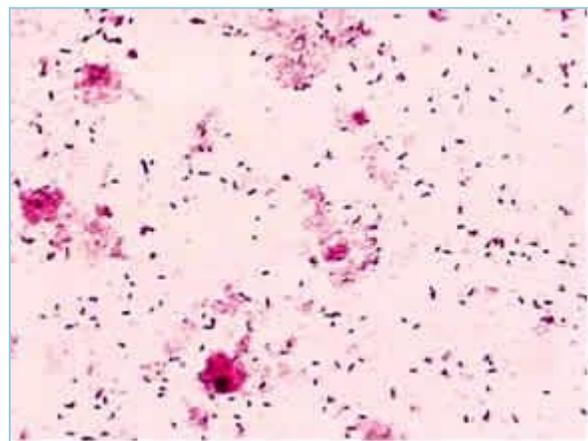
Los integrantes del género *Listeria* son organismos aeróbicos o anaeróbicos. Con relación a los efectos negativos sobre la calidad del ensilaje, la más importante especie es el *Listeria monocytogenes*, anaeróbico facultativo, que es una especie patogénica para varios animales y para el hombre. Los animales que tienen su sistema inmune temporalmente inhibido (hembras preñadas y neonatos) son muy susceptibles a infecciones de *L. monocytogenes* (FAO. 2002).

El ensilaje contaminado con *L. monocytogenes* ha sido asociado con casos fatales de listeriosis en ovejas y cabras. El uso de ensilaje de mala calidad ha sido una de las fuentes principales de contaminación de la leche cruda con *L. monocytogenes* (FAO. 2002).



Murray; RP 2012

Fig. 42 *Listeria monocytogenes* en Agar Listeria



Chambus; LLF 2009

Fig. 43 *Listeria monocytogenes*

El desarrollo y supervivencia de *Listeria Spp.* en el ensilaje están determinados por fallas en asegurar un ambiente anaeróbico, y por el valor pH del ensilaje. *L. monocytogenes* puede tolerar bajos niveles de pH entre 3,8 a 4,2 por largos períodos siempre que exista oxígeno, aún a exiguas concentraciones. Sin embargo, en un ámbito estrictamente anaeróbico, perece rápidamente al existir un valor de pH bajo (FAO. 2002).

Los ensilajes con mayor susceptibilidad al deterioro aeróbico superficial, como es el caso de ensilajes en grandes pacas, parecen estar particularmente propensos a la contaminación con *Listeria*. Generalmente *L. monocytogenes* no se desarrolla en ensilajes bien fermentados que tienen un nivel bajo de pH. Hasta el momento, el mejor método para prevenir el desarrollo de *L. monocytogenes* es mantener un ámbito anaeróbico (FAO. 2002).

5.3.3 Conceptos de ensilaje y fermentación

El ensilaje es un método de conservación de pastos y forrajes basado en la fermentación anaeróbica (sin aire) de la masa forrajera mediante el control regulado de una serie de cambios bioquímicos ocurridos en el hacinamiento del material verde, que permite mantener, durante periodos prolongados de tiempo, la calidad que tenía el forraje en el momento del corte. (Cardenas *et al.* 2004)

El proceso consiste en una fermentación y su éxito radica en permitir una degradación, dentro de límites bastante estrechos, que impidan bruscas transformaciones en la composición del producto que se ha de conservar.

El uso de ensilaje ofrece los siguientes beneficios, que en la mayoría de ocasiones soluciona muchos de los problemas que se presentan en la producción de carne, leche y en la reproducción.

- ❖ Permite tener alimentación constante y segura a los animales evitando las pérdidas de peso o de producción de leche en las épocas de escasez de pastos especialmente en los veranos que cada día son más intensos y prolongados (Cardenas *et al.* 2004).
- ❖ El uso de ensilaje permite al ganadero ser más eficiente en la producción de la finca, porque puede incrementar la capacidad de carga del hato manteniendo los animales en buenas condiciones productivas y desde luego con mejores rendimientos económicos (Cardenas *et al.* 2004).
- ❖ Los animales alimentados con ensilaje responden a sus condiciones corporales, genéticas y de reproducción, tal como si estuvieran alimentados con forrajes de excelente calidad (Cardenas *et al.* 2004).

Fermentación

Concepto bioquímico

Desde el punto de vista bioquímico, una fermentación se define como un proceso mediante el cual las sustancias orgánicas (sustrato) sufren una serie de cambios químicos (reducciones y oxidaciones) que producen energía: al finalizar la fermentación, se presenta una acumulación de varios productos, unos más oxidados (aceptaron electrones) y otros más reducidos (donaron electrones) que el sustrato, con un balance total de energía positivo. Esta energía es utilizada en el metabolismo de los microorganismos (Cardenas *et al.* 2004).

Concepto microbiológico.

Desde el punto de vista microbiológico, en la actualidad, se entiende por fermentación aquel proceso en el que los microorganismos producen metabolitos o biomasa, a partir de la utilización de sustancias orgánicas, en ausencia o presencia de oxígeno. La descomposición de los sustratos es llevada a cabo por enzimas producidas por los microorganismos para tal finalidad. (Garces *et al.* 2002)

Se debe observar que el concepto llega a excluir a los microorganismos del proceso, siempre y cuando estén presentes sus enzimas; sin embargo, en estos casos, la de obtención y los rendimientos del producto son menores (Garces *et al.* 2002)

Clasificación de los procesos de fermentación

En general se establecen condiciones divisiones con base en:

- ❖ **El tipo de producto final:** se pueden clasificar tomando en cuenta los productos que se obtendrán como células microbianas (biomasa), metabolitos microbianos (enzimas, etanol, butanol, acetona, ácidos orgánicos (FAO. 2002).
- ❖ **La presencia o ausencia de oxígeno en el proceso:** fermentación aerobia es imprescindible presencia para el desarrollo del microorganismo y la producción del compuesto deseado, en este tipo de proceso, se produce fundamentalmente biomasa, dióxido de carbono y agua (FAO. 2002).

- ❖ **Fermentación anaerobia:** Los productos son sustancias orgánicas como ácido láctico, ácido propiónico, ácido acético, butanol, etanol y acetona. Los microorganismos producen mucho menos energía que los aerobios y para suplir sus necesidades de energía, metabolizan una mayor energía, metabolizan una mayor cantidad de azúcares (FAO. 2002).

5.3.4 Tipos de ensilaje

Fermentación: cuando predominan principalmente un grupo de microorganismos epifíticos sobre el forraje utilizando los azúcares solubles inhibiendo el desarrollo de los microorganismos indeseables (FAO. 2002).

Fermentación parcial más acidificación: la fermentación por los microorganismos no se completa y el pH final está entre 4.5- 5 producida por los microorganismos que actúan en ese pH (FAO. 2002).

Acidificación total sin fermentación: el forraje es acidificado hasta lograr un pH de 3. 5° inferior no se realiza la fermentación al cesar la vida microbiana y se conserva por esterilización (FAO. 2002).

5.3.5 Fases del proceso de ensilaje

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase que dura sólo pocas horas el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, si empre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0,) (FAO. 2002).

Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAL proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0. Los ensilajes con mayor susceptibilidad al deterioro aeróbico superficial, como es el caso de ensilajes en grandes pacas, parecen estar particularmente propensos a la contaminación con *Listeria*. Generalmente *L. monocytogenes* no se desarrolla en ensilajes bien fermentados que tienen un nivel bajo de pH. Hasta el momento, el mejor método para prevenir el desarrollo de *L. monocytogenes* es mantener un ámbito anaeróbico (FAO. 2002).

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo (FAO. 2002).

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético (FAO 2002).

Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire (FAO. 2002).

Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (FAO. 2002).

Para evitar fracasos, es importante controlar y optimizar el proceso de ensilaje de cada fase. En la fase 1, las buenas prácticas para llenar el silo permitirán minimizar la cantidad de oxígeno presente en la masa ensilada. Las buenas técnicas de cosecha y de puesta en silo permiten reducir las pérdidas de nutrientes inducidas por respiración aeróbica, dejando así mayor cantidad de nutrientes para la fermentación láctica en la Fase 2 (FAO. 2002).

Durante las Fases 2 y 3, el agricultor no tiene medio alguno para controlar el proceso de ensilaje. Para optimizar el proceso en las Fases 2 y 3 es preciso recurrir a aditivos que se aplican en el momento del ensilado y cuyo uso se discutirá más adelante. La Fase 4 comienza en el momento en que reaparece la presencia del oxígeno (FAO. 2002).

Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un silo hermético; las roturas de las cubiertas del silo deben ser reparadas inmediatamente. El deterioro durante la explotación del silo puede minimizarse manejando una rápida distribución del ensilaje. También se pueden agregar aditivos en el momento del ensilado, que pueden reducir las pérdidas por deterioro durante la explotación del silo (FAO. 2002).

5.4 Microbiología de la leche

La leche es una suspensión coloidal heterogénea que comprende partículas de grasa, caseína, lactosa, trazas de calcio, fósforo y compuestos de potasio, lactolbúminas y algunas vitaminas. Por su composición, es muy susceptible de sufrir alteraciones debidas al crecimiento microbiano en la misma, particularmente cuando la temperatura de conservación no es la adecuada (Garcia.1986).

La composición de la leche depende en cantidad y calidad de la especie animal y de una serie de factores como es la alimentación, las condiciones ambientales y manejo del rebaño, así como intrínsecos de la hembra como la fase de lactación (calostro, celo, gestación) y otros estados fisiológicos y enfermedades de la ubre o del propio animal (Garcia.1986).

El desarrollo microbiano en la leche ocasiona una serie de modificaciones químicas que pueden dar lugar a procesos alterativos y a procesos útiles. Muchos de sus componentes pueden degradarse, pero las alteraciones más acusadas resultan de la degradación de los tres componentes fundamentales: lactosa, proteínas y grasa (Garcia.1986).

5.4.1 Composición de la leche

La leche de la vaca posee proteínas de alto valor nutritivo biológico, grasa de buena digestibilidad, es rica en fosforo, calcio y cantidades de vitaminas A y B2, organolépticamente se presenta de color blanco amarillento opaco, dependiendo la tonalidad amarilla según consuma el forraje, secos (mas blanca) o pastoreo de hierba fresca (mas amarilla) el aspecto opaco se depende de la grasa y la caseína. El sabor es más bien dulce en dependencia del contenido de azúcar y su color con el tiempo tiende a ácido (Garcia.1986).

La composición de la leche de vaca es un 87.6% de agua, grasa 3.4 %, lactosa 4.6%, caseína y lactosa albumina 3.4% y cenizas (sales minerales 0.9%).

En cambio, la leche de las ovejas es más blanca que la de la vaca por su alto contenido de grasa y su aroma más intenso por tener mayor cantidad de ácidos grasos volátiles, la leche de yegua tiene aspecto acuoso debido a su baja composición en materia seca (Garcia.1986).

El agua constituye el componente mayor de la leche, constituye la fase dispersante con la cual esta disuelta la lactosa que unido a otros componentes en solución (albumina) constituye el suero, las grasa se encuentran en emulsión y la caseína por ser una proteína permanece en forma coloidal, la lactosa es el carbohidrato libre en la leche y se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa sanguínea y de los ácidos acéticos y propiónico; es de fácil fermentación por las bacterias aerobias y facultativas que lo transforman en ácido láctico, siendo en condiciones anaerobias la producción de ácido butírico, en los casos que actúan levaduras se produce una fermentación alcohólica previa descomposición en glucosa y galactosa (Garcia.1986).

Las proteínas de la leche tienen un alto valor por la cantidad de aminoácidos esenciales y no esenciales, entre los aminoácidos esenciales se encuentran la leucina, lisina, arginina, triptófano, constituye la caseína, la cual está unida al fosfato y al calcio formando el fosfocaseinato cálcico el cual es estable, anfótero y desnaturalizándose por temperatura superior a 100°C y pH ácido (Garcia.1986).

La grasa tiene cantidades de 3.7 % variando con la especie y la raza, se acumula en la superficie debido a su escaso peso formando la nata, las sustancias aromáticas y color de la leche es transmitida por los lípidos y es aprovechada para producción de mantequilla (Garcia.1986).

Las cenizas están formadas por 14 minerales esenciales siendo los que están en mayor cantidad Ca, P, K, Na, Cl, y Mg y en menor cantidad Fe, Cu, I, Co. En la leche se encuentran en pequeñas cantidades las vitaminas A, D, E (liposolubles) presentes en la nata y en la mantequilla y la vitamina B, C, B12 (cobalamina) que son hidrosolubles, u cantidades son superiores en el calostro, variando también su alimentación (Garcia.1986).

Se encuentran en la sangre las enzimas procedentes de la sangre, y las formadas por las bacterias contaminantes, encontrándose la lactasa, lipasa, proteasas, catalasa. Excepto el agua, el resto de los componentes constituye el extracto seco de la leche y entre los gases se encuentra principalmente el CO₂ y en menor cantidad el nitrógeno y el oxígeno (Garcia.1986).

5.4.2 Procedencias de los microorganismos de la leche

La síntesis de la leche en los alveolos y su mantenimiento en los mismos transcurre en forma estéril, en adelante cuando es extraída a través del pezón y sus contactos con el ordeñador o máquinas de ordeño se inicia la contaminación, aunque se tengan las medidas higiénicas (Garcia.1986).

Pueden incrementarse la población bacteriana si las condiciones no son las mejores por falta de cuidado incorporándose microorganismos de diversas procedencias pudiendo ser saprofitos y patógenos, una deficiente conservación y manipulación favorece el crecimiento de estas poblaciones pudiendo la leche convertirse en un vector de enfermedades o constituir el propio alimento causa de serio trastornos entéricos en los consumidores especialmente afectado a las crías, todo esto es posible en cuestión de horas (García.1986).

En el momento del ordeño son diversas las procedencias, pudiendo ser. El animal, las personas que ordeñan o manipulan los equipos e utensilios, el agua, aire, insectos.

❖ Los animales

La leche de un animales sano tiene un pH de 6.8 y es estéril, algunas bacterias saprofitas procedentes del suelo, las plantas y del medio en general durante el ordeño se introducen y permanecen en el conducto lácteo del pezón, siendo especies de *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococos*, *Escherichia coli* y *Lactobacillus*, por lo que es necesario realizar el despunte, o extraer los primeros chorros y eliminarlos con el fin de arrastrar con la leche esta abundante población microbiana antes de situar la pezonera, aun así no logran eliminarse totalmente por lo que unja parte se incorpora a la leche constituyendo la flora normal de la leche, la cual es no patógena ni constituye un problema, siempre que no se permita su multiplicación , ya que ocasiona alteraciones de la leche (García.1986).



Morales, D 2016

Fig. 44 Ordeño manual

La piel de los animales es una fuente que incorpora partículas de polvo, alimentos, abonos orgánicos, pelo y decamaciones que llevan consigo una buena cantidad de microorganismos por lo que la limpieza cuidadosa de la ubre es esencial para disminuir la contaminación (García.1986).

En casos de animales que presentan ubres enfermas y con úlceras en los pezones u ubres, pueden incorporar bacterias patógenas como *Bacillus Piocianico*, causante de abscesos y supuraciones y los géneros *Streptococos* y *Micrococos* entre otros causantes de la mastitis. También procedentes de la orina hacen como los géneros *colibacilos* y abortos presentados por el género *Salmonella* puede llegar a la leche en el momento del ordeño (Garcia.1986).

❖ Aire

El aire que recorre la sala de ordeño, arrastra gran cantidad de polvo, residuos orgánicos de origen vegetal y animal llevando gran cantidad de microorganismos en comparación con la época de lluvia (Garcia.1986).

Se pueden identificar bacterias de los géneros *Streptococos* coagulasa (+), *E. coli*, *Sarcinas*, *Bacillus* y *Micrococos* y entre los hongos se encontró los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium* (Garcia.1986).

❖ Agua

El agua constituye un peligro considerable si está contaminada en alguna parte de la red de suministro o la fuente, utilizada para el sistema de enfriamiento de la leche y para la limpieza de los equipos de ordeño, la instalación y el propio animal, puede ser el transmisor de agentes patógenos además la presencia de microorganismos de la flora gastrointestinal como las bacterias coliaerógenas (Garcia.1986).

❖ Ordeñador

Es una fuente directa en caso de personas enfermas a través de la piel, las manos, la tos, el estornudo, pueden llevar bacterias patógenas como *bacillus* diftérico, *bacillus* tuberculoso, *bacillus* tíficos, virus; por lo que se requiere el examen periodo de salud del personal; también las ropas sucias con alimentos, excretas son medios de contaminación de los microorganismos saprofitos (Garcia.1986).

La manipulación de la leche, el contacto con los equipos de ordeño, poca limpieza del tanque donde se guarda la leche ordeñada y otros envases hacen posible la transmisión de microorganismos patógenos y saprofitos (Garcia.1986).

❖ Utensilios y equipos de ordeño

Su acción contaminante está en dependencia de la higiene que se hace entre ordeños y las pezoneras de la limpieza que se efectúa de una ubre a otra; la máquinas de ordeño si contienen residuos de la leche en las pezoneras mal enjuagadas pueden llevar bacterias patógenas si proviene de ubres en inicio de una infección no detectada, también la tuberías que llevan la leche al tanque, han sido encontrados principalmente en los codos y mangueras cantidades acumuladas de leche ordeños lo que constituye una contaminación al paso de la leche fresca que incrementa desde su inicio la microflora saprofita de la leche (Garcia.1986).

En caso que se utilizan para el traslado de la leche, tanques, bidones, que tienen abolladuras y hendiduras no habiendo sido lavado correctamente se acumula leche constituyendo un inocuo microbiano para la próxima leche que se envase (Garcia.1986).



León, J.L. 2012

Fig. 45 Ordeño mecánico

❖ Insectos

Son considerados portadores de microorganismos que llevan es su cuerpo, entre ellos bacterias patógenas causantes de fiebre tifoidea, difteria, disentería, intoxicaciones saprofitas que ocasionan procesos degradativos y fermentaciones anormales en la leche (Garcia.1986).

Todos en su conjunto constituyen factores externos e internos (propios del animal) que inciden en la calidad de la leche, a esto se añaden dificultades que se presentan en la manipulación y conservación que originan una contaminación o un incremento de la población existente en la leche (Garcia.1986).

5.4.3 Requerimientos para obtener leche con menos cargas microorganismos

Para obtener una leche con el menor contenido posible de bacterias que la contaminen e debe tener en cuenta lo siguientes (Garcia.1986):

1. Animales con buena salud, sin lesiones en la ubre y limpios.
2. Personal en la sale de ordeño con certificado de salud limpios.
3. Equipo de ordeño y además utensilios bien limpios.
4. Sala de ordeño con buena limpieza evitando en lo posible contaminaciones ambientales.
5. Conservación de la leche y control riguroso de su manipulación.

5.4.4 Microorganismos de la leche

Los microorganismos de la leche se clasifican en lo fundamental en saprofitos y patógenos.

❖ Microorganismos saprofitos

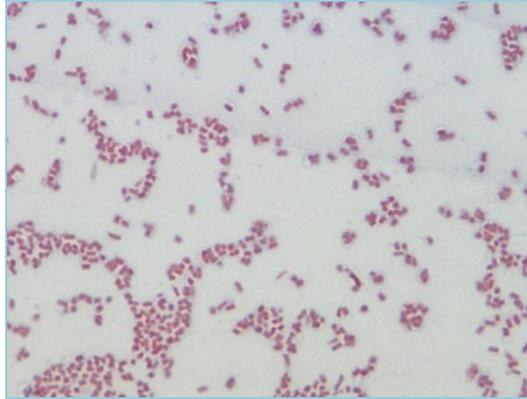
Constituyen la flora normal de la leche, proceden del exterior llegando por diversas vías, son los causantes de las alteraciones en la leche debido a su rápida actividad enzimática, predominando las formas cocos y bacilos algunos esporulados (Garcia.1986).

Las bacterias saprofitas se clasifican según el grado de tolerancia a la temperatura en bacterias psicófilas, mesófilas, termófilas, termófilicas, esto reviste gran importancia puesto que permite determinar los géneros que predominan ante los tratamientos y conservación de la leche (Garcia.1986).

Las bacterias Psicófilas, se desarrollan entre 1.6 -10 °C, encontrándose en productos lácteos en refrigeración, así tenemos los géneros *Pseudomona*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* y *Alcaligenes* (Garcia.1986).

Las bacterias mesófilas, incluye los grupos más numerosos en la leche y se agrupan en:

De 10 a 15°C se encuentran Estreptococos de las especies *agalactae*, *cremoris lactis* y *Aerobacter aerogenes* (Garcia.1986).



Beggini; PS 2014

Fig. 46 *Aerobacter aerogenes*

De 15 a 30 °C se encuentran los géneros anteriores y el *Streptococos citrovorum* y *Streptobacterias* (Garcia.1986).

De 30 a 40 °C se encuentran los *Lactobacilos lactis*, *bulgaricus*, *halveticus*, todos productores de ácido láctico más *el lactobacillus termophylus*, *brevis*, *fermenti*, los enterococos y los colibacilos (Garcia.1986).

Las bacterias termodúricas son resistentes al calor, aunque no soportan la pasteurización, algunas son esporógenas (Garcia.1986).

Las bacterias termófilicas se desarrollan a 55 °C y soportan la pasteurización, son bacilos esporulados, se encuentran *el Lactobacillus termophylus* (Garcia.1986).

Pueden resumirse como los géneros saprofitos, más comunes en la leche, los siguientes:

Streptococos y *Lactobacillus* (fermentos de la lactosa), *Streptococos saprofitos*, *Micrococos casei*, *flavus*, *conglomeratus*, *Bacillus subtilis*, *mesentericus*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcences*, *Sarcina*, *Coliaerógenes*, *Pseudomona* (Garcia.1986).

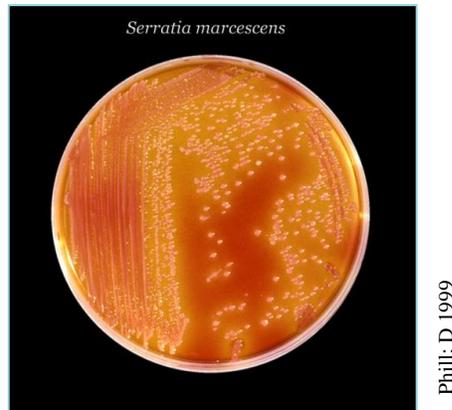


Fig. 47 *Serratia marcences* en Agar Sangre

❖ Microorganismos patógenos

Son aquellos que en su vida parasitaria en el hospedero evolucionan causando daños que pueden ser localizados en tejidos y órganos pudiendo ocasionar la muerte, estos llegan a la leche por contaminación exterior, a través de vectores o del mismo animal (Garcia.1986).

Se clasifican según la procedencia en:

Del animal: Tuberculosis bovina, *Brucella abortus- brucelosis*, virus de la fiebre aftosa, *Streptococosagalactae*-mastitis, *Staphylococos aureus*- mastitis, Salmonella- infecciones alimentarias digestivas, *Bacillus anthracis*- carbunco, virus y rickettsias (Garcia.1986).

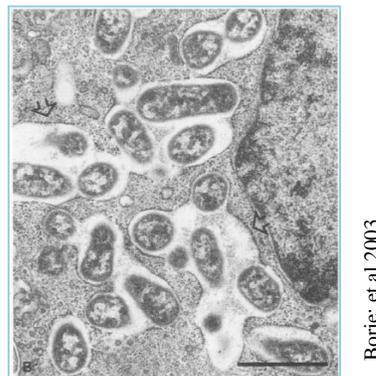


Fig. 48 *Brucella abortus*

Del ambiente: *Escherichia coli* y *Clostridium welchii*, origina diarreas debido a contaminaciones con el estiércol, polvo y moscas.



Morales; D 2016

Fig. 49 *Staphylococcus Spp* en Agar MacConkey

Salmonella typhimurium y *Salmonella dublin*, originan intoxicaciones alimentarias debido a contaminación con excretas infectadas, el animal y las manipulaciones de utensilios por personas enfermas. *Salmonella enteritidis (typhimurium)*, es transportada por ratas infectando a la leche, los suministros de agua y los utensilios (García.1986).

Del hombre: *Salmonella typhose*- fiebre tifoidea, *Salmonella paratyphoidea*- fiebre paratifoidea, *Corynebacterium diptheriae*- difteria, *Streptococcus pyogenes*- escarlatina (García.1986).

5.4.5 Defectos causados por Microorganismos

Las bacterias de la leche son capaces de efectuar reacciones bioquímicas de gran complejidad sobre los componentes de la leche con la ayuda de sus enzimas para crecer y multiplicarse en pocas horas, estos cambios de consideración son realizados por varios grupos de género bacterianos según sea el sustrato y se manifiestan en la leche con las siguientes alteraciones:

❖ Formación de ácido o agriado

Es realizada por un grupo de géneros bacterianos que producen fermentos lácticos; estos actúan con sus enzimas sobre la lactosa produciendo ácido láctico que origina a pH 6.3 -6.6, la precipitación de la caseína observándose la coagulación de la leche, olor agrio y la liberación de un suero claro, sucede frecuentemente en la leche cruda cuando permanece un tiempo a la temperatura ambiente, este proceso bacteriano es empleado para la producción de leches fermentadas, quesos yogurt, leche agria (García.1986).

Las bacterias ácido lácticas pertenecen a la familia Lactobacillaceae, son un grupo heterogéneo con las características siguientes: gram +, no esporulados, microaerófilas o anaerobias facultativas, no producen catalasa, poco proteolíticas y fermentan ampliamente los azúcares. Se divide en homofermentativas si producen ácido láctico y cantidades pequeñas de ácido acético y CO₂ y otros cuerpos volátiles y heterofermentativas si produce ácido láctico más otras cantidades de ácido acético más alcohol y CO₂ (García.1986).

La familia de *Lactobacillaceae* la integran dos sub grupos:

1. Streptococaceae formada por los géneros Streptococcus y Leuconostoc

Género Streptococcus está formado por las especies: *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. thermophilus*, *S. liquefaciens*, *S. citrovorum*, producen de 0.8 a 1% de ácido láctico con un óptimo de temperatura de 20-38 °C y un rango de 15-40 °C, excepto *S. thermophilus* (21-50 °C), todos son homofermentativos (García.1986).

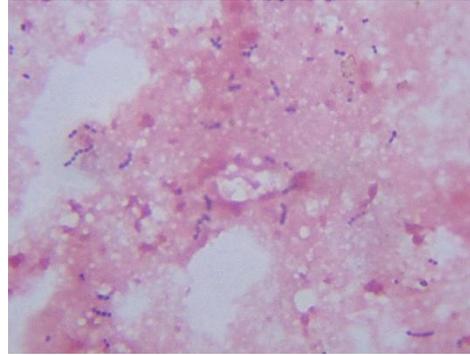
El más importante es el *S. cremoris* que se encuentran en los tegumentos, ambientes, y excretas, contamina la leche produciendo ácido láctico, tolera el pH hasta 9.6 y admite un rango de temperatura entre 10-40 °C no produce gas y no es proteolítico (García.1986).

2. Lactobacillaceae formado por el género Lactobacillus

El género *Lactobacillus* se agrupan en cadenas, Gram +, no esporógenos, fermenta la lactosa produciendo ácido láctico, se encuentra en las ubres, leche, utensilios, contaminando en el momento de la obtención, no son proteolíticos, no patógenos y termófilos con una temperatura óptima de 40-45 °C (García.1986).

Se encuentran las especies *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *L. bulgaricus*, *L. lacticus*, *L. bifidus*, y el *Streptobacterium* (*L. casei*), se considera muy activo el *Lactobacillus acidophilus*, capaz de producir acidez en la leche, controlando la putrefacción, es homofermentativo con temperatura óptima de 37°C (García.1986).

El *L. helveticus* y el *L. casei* so muy empleados en la maduración de los quesos y el *L. bulgaricus* en utilizado en la producción de yogurt (Garcia.1986).



Morales, Navas 2016

Fig. 50 *Lactobacillus Spp.*

❖ Proteólisis

Es originada por un grupo de géneros bacterianos que contaminan accidentalmente la leche, causando la digestión de la caseína determinando un típico sabor amargo y presentándose sustancias capaces de causar intoxicaciones (Garcia.1986).

Por lo regular la proteólisis es regulada por la acidez de las bacterias ácido lácticas que afectan a los géneros proteólicos, en cambio cuando se almacena la leche a temperaturas bajas, ha sido tratada con calor afectando las bacterias acidificantes y en otros casos el ácido en la leche fue utilizado por mohos y levaduras peliculiformes se reúnen las condiciones de neutralidad o alcalinidad que permite el rápido desarrollo de bacterias proteolíticas mediante una leve acidez que precipita la caseína siguiendo una digestión lenta y en otros casos se inicia la proteólisis directamente dando en ambos un líquido claro, translúcido de olor desagradable (Garcia.1986).

Los géneros que producen la proteólisis con ligera acidez son los géneros micrococos y el *Streptococcus faecalis*, hay géneros que soportan alta temperaturas por ser esporógenos, como los géneros *Bacillus* y *Clostridium* siendo eliminadas las bacterias ácido lácticas, pueden efectuar sin dificultad la hidrólisis de la proteína después del tratamiento del calor (Garcia.1986).

En condiciones de refrigeración hay géneros no esporógenos como la *Pseudomona*, *Proteus*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* y *Serratia* que causan también proteólisis y transmite sabor amargo a la leche (Garcia.1986).

La presencia de agentes proteolíticos indica la contaminación procedente del suelo, aire, alimento, agua lo que indica que la leche obtenida en condiciones no favorables por la intensidad de microorganismos del ambiente (Garcia.1986).

❖ **Producción de gas.**

La producción de gas va unida con la presencia de ácido, se manifiesta en la leche con burbujas en la superficie y otras retenidas en la cuajada y el líquido, en caso de ser muy rápida la producción de gas se denomina fermentación tumultos de la leche, predominan el CO₂ y el H₂ (Garcia.1986).

Son productores de gas el género *Clostridium*, *Bacillus*, *Escherichia coli* y especies coliformes, levaduras y bacterias lácticas heterofermentativas (Garcia.1986).

En la leche cruda obtenida en condiciones poco higiénicas y expuestas al contacto con materia de origen fecal mantenida a temperatura ambiente encuentran las mejores condiciones las bacterias coliformes en particular el género *E. coli* produciendo ácido a partir de la lactosa y gas CO₂, esto le permite competir con las bacterias del ácido láctico y las levaduras que producen gases también, pero en poca intensidad (Garcia.1986).

En la leche de mala calidad que ha sido tratada por el calor y la pasteurización donde se eliminan las bacterias y mantenidas a temperatura ambiente pueden predominar los géneros esporógenos, *Bacillus* y *Clostridium* con presencia de gas en la leche y productos lácteos derivados como el queso (Garcia.1986).

Se identifican las levaduras como productoras de gas CO₂ en la leche, la *Torulopsis cremoris* y la *Torulopsis sphaerica*, con pequeñas cantidades de alcohol en temperatura de 37°C (Garcia.1986).

❖ Otras fermentaciones

1. Lipólisis

Hay bacterias lipolíticas que producen glicerina y ácidos grasos a partir de los lípidos de la leche transmitiendo un olor picante y de sabor desagradable a rancio, son causantes: *Achromobacter lipolyticum*, levadura *Cándida lipolytica* y el hongo *Penicillium Spp* (Garcia.1986).



Lumbach; HT 2007

Fig. 51 *Cándida lipolytica*

2. Leche viscosa

Hay alteraciones conocidas por viscosa o fibrosa, originada por el crecimiento de bacterias de los géneros micrococcos, alcalígenos, *Aerobacter* procedentes del suelo y del agua los cuales producen gran cantidad de cápsulas (sustancias gomosas) que transmiten el aspecto fibroso a la leche (Garcia.1986).

3. Cambios en el aroma

Hay modificación en el aroma de la leche, el cual es escaso recién obtenida y se desarrolla otros de origen bacteriano, casos de olores anormales debido a la leche obtenida de las ubres enfermas. El aroma agrio o ácido producido por el *Streptococcus lactis* y otras bacterias lácticas y el aroma amargo producido por la proteólisis o consecuencia del lipólisis (Garcia.1986).

UNIDAD VI. Microbiología del rumen

6.1 Introducción

6.2 Sistema digestivo de los rumiantes

6.3 Mecanismos fisiológicos de la ruminación

6.3.1 Masticación y regurgitación del bolo alimenticio

6.3.2 Movimientos propulsores

6.3.3 Ensalivación

6.3.4 Digestión de las fibras

6.3.5 Producción de ácidos grasos volátiles (AGV)

6.3.6 Gotera esofágica

6.3.7 Población bacteriana y protozoaria

6.4 Origen de los microorganismos del rumen

6.4.1 A partir de los alimentos sólidos y líquidos

6.4.2 A partir del agua

6.4.3 Contacto con otros animales

6.5 Métodos de inoculación y procedimiento de muestreo de los microorganismos del rumen

6.5.1 Indirectamente

6.5.2 Directamente

6.6 Naturaleza del contenido ruminal

6.6.1 Potencial de oxidación

6.6.2 pH

6.6.3 Temperatura

6.6.4 Contenido de la materia seca

6.7 Microorganismos ruminales

6.7.1 Bacterias

6.7.2 Protozoarios

6.7.3 Hongos ficomicetos

Objetivos específicos:

- ❖ Identificar la anatomía y fisiología de los animales rumiantes o poligástricos.
- ❖ Definir el origen de los microorganismos y factores que regulan el ambiente ruminal.

6.1 Introducción

La microflora del tracto digestivo en los animales domésticos es conocimiento de suma importancia para los especialistas de suma importancia. La microflora situada en los diferentes compartimientos del aparato digestivo, está relacionado con el proceso nutricional del animal.

La participación microbiana en el proceso nutricional está comprobada como sucede en el rumen, con una elevada degradación de los componentes de la dieta y a la vez un intenso proceso de síntesis microbiana, en tal magnitud que un considerable porcentaje de la dieta original es modificada por los microorganismos ruminales llegando a los compartimientos posteriores diversos compuestos de origen microbiano como son la proteínas y vitaminas bacterianas y protozoarias.

Los avances obtenidos han permitido aprovechar con fines beneficiosos la capacidad de síntesis microbiana, como es la incorporación de formas nitrogenadas inorgánicas para propiciar la formación de nitrógeno proteico de origen microbiano.

6.2 Sistemas digestivos de los rumiantes

Los animales rumiantes constituyen una importante fuente de alimentos y otros productos para los seres humanos. Estos animales se han adaptado de tal manera que pueden satisfacer sus necesidades energéticas a través de la utilización de los forrajes, los cuales son relativamente abundantes en la superficie terrestre, aspecto que los coloca entre los animales de más alto interés zootécnico.

Los rumiantes son animales poligástricos, es decir, que la estructura anatómica de sus estómagos es compleja por estar formada por 4 compartimientos: retículo, rumen, omaso y abomaso. Los tres primeros se denominan conjuntamente pre estómagos y poseen una mucosa aglandular (epitelio sin capacidad de producir jugos con función digestiva). Poseyendo el último de los cuatro (el abomaso) una estructura glandular equivalente a la del estómago simple en los monogástricos (García. 1986).

Los terneros presentan un sistema digestivo similar a las especies monogástricas; en los primeros meses las dimensiones de los compartimientos no son estables, sino que van modificándose en el transcurso de los meses y en dependencia del tipo de dieta que consuma. En el recién nacido y primeras semanas, el rumen y el retículo apenas son la mitad en volumen con el abomaso; en cambio al año de edad cuando los cuatro compartimientos alcanzan dimensiones más estables, el rumen ocupa el 80% del volumen total y el abomaso 8%. Al año y medio se considera el bovino ha alcanzado los tamaños relativos permanentes, teniendo por compartimientos el rumen 80%, el retículo 5%, el omaso de 7 a 8 % y el abomaso de 8 a 7 % (García.1986).

La capacidad total del rumen varia en los animales adultos según la edad, tamaño del animal, la dieta y la especie; está comprobado que el principal factor que incide en el crecimiento acelerado del rumen en los primeros meses se debe al estímulo principal que ejerce el consumo de alimentos sólidos; el aporte paulatino en la dieta de alimentos como heno, posteriormente forraje o ambos a la vez, origina un incremento en peso de los compartimientos del estómago con respecto al peso del animal; el heno, forraje y demás alimentos sólidos aumentan los volúmenes del rumen-retículo y del omaso mediante la distensión de sus paredes (Garcia.1986).

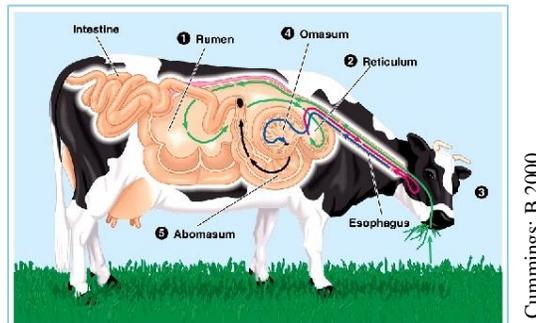


Fig. 52 Sistema digestivo de un rumiante

Constituye el elemento importante en el consumo de los alimentos la introducción en el rumen de una numerosa población microbiana epifítica de los alimentos constituida por bacterias de diversos géneros, lo que unido a los protozoos integran una microflora mixta que se establece y se desarrolla en dependencia de sustancias de rápida fermentación como son los azúcares simples de pasto, forraje y los concentrados.

Resultando de la actividad fermentativa microbiana sobre los alimentos que se produce gran cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales actúan en el desarrollo del volumen del rumen y en particular en el aumento del tamaño de las papilas ruminales; éstas constituyen otro rasgo anatómico del rumen y su presencia permite una mayor superficie de contacto de la pared interna y muy relacionadas con la absorción e intercambio de los metabolitos (Garcia.1986).

6.3 Mecanismos fisiológicos de la ruminación

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no-rumiantes (García.1986).

Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas, y los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales. Por esta razón tenemos que tener presente que al alimentar a los rumiantes primero estamos alimentando a los microorganismos rúmiales, y que para su buen desarrollo tiene que haber un medio ruminal favorable para ello (García.1986).

De esta forma hay una simbiosis entre las bacterias y el animal. Esta digestión fermentativa, si bien favorece al rumiante al permitirle degradar hidratos de carbono estructurales, también afecta la digestión de todos los demás componentes de la dieta, expuestos a los mismos procesos fermentativos, sin que esto represente siempre una ventaja desde el punto de vista del mejor aprovechamiento del alimento (García.1986).

6.3.1 Masticación y regurgitación del bolo alimenticio

Los rumiantes tienen como característica un tiempo después de haber consumido los alimentos realizar el proceso de la rumia que consiste en regurgitar el alimento ingerido para masticarlo y mezclarlo con saliva con más lentitud en una etapa de reposo, esto con el fin de disminuir el tamaño de la partícula del pienso (García.1986).

Estos procesos tienen como ventaja para la digestión y la microflora lo siguiente:

- ❖ A triturarse más el alimento, aumenta la superficie de exposición a las bacterias favoreciendo la acción de las enzimas y su degradación.
- ❖ La reducción de tamaño de las partículas favorece el paso del alimento a la región caudal.
- ❖ El contacto con la saliva propicia las condiciones de moderada alcalinidad favorable a la actividad microbiana.

6.3.2 Movimientos propulsores

Los movimientos del retículo- rumen son diversos provocando variaciones en su presión positiva y negativa lo que origina una rotación de los alimentos constantemente.

El retículo regula el paso de la ingesta del rumen al omaso a través del orificio retículo-omasal, suministra humedad al rumen por el regreso el mismo de parte de la ingesta diluida y ayuda a la regurgitación (Garcia.1986).

Los alimentos al llegar al rumen se van situando en estratos en el saco dorsal, siendo removidos por los movimientos propulsores que permiten una mejor mezcla de las partes sólidas y líquidas de las dietas y además un mayor contacto de los microorganismos con los alimentos y más rápida fermentación (Garcia.1986).

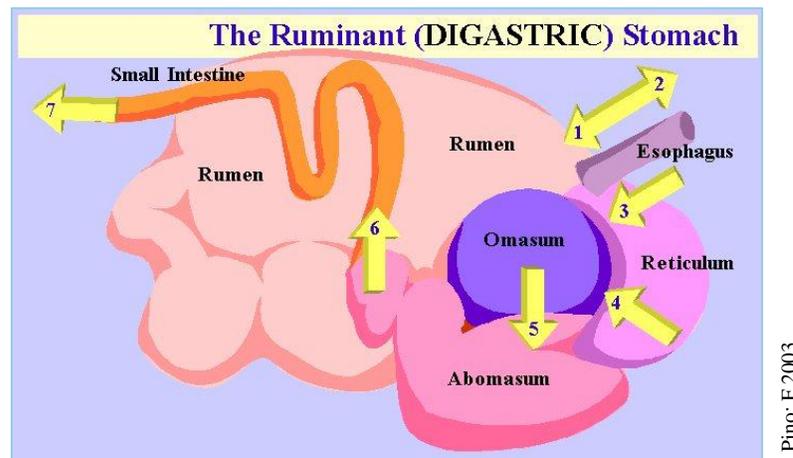


Fig. 53 Movimientos ruminales

6.3.3 Ensalivación

La saliva es el resultado de la secreción de las glándulas parótidas y submaxilares, tienen como carácter fundamental ser alcalina con un contenido de sales de bicarbonato y fosfato de sodio y potasio (Garcia.1986).

La secreción salival es continúa aumentando su flujo durante el alimento y está presente otra vez en el alimento durante la rumia mediante la reensalivación; también participan mediante un flujo continuo de saliva las glándulas sublinguales y de la bóveda palatina (Garcia.1986).

La incidencia de la salivación se señala:

- ❖ Favorece la formación de bolo alimenticio y su deglución.
- ❖ Reincorporación del nitrógeno inorgánico al rumen a través de la secreción salival procedente del metabolismo del animal.
- ❖ Regulación en el rumen de la acidez resultando de la fermentación microbiana, favoreciendo el desarrollo y la actividad de las bacterias y protozoos sobre el sustrato.
- ❖ Favorece la recuperación de las condiciones de pH neutro en el rumen lo que permite la permanencia de la microflora ruminal.

6.3.4 Digestión de las fibras

Constituye el carácter fisiológico fundamental de los rumiantes, debido a su capacidad de aprovechar las fibras como alimentos básicos de la dieta y la obtención de energía para sus procesos metabólicos (García.1986).

La posibilidad de digerir la celulosa de las fibras se debe solamente a la actividad celulolíticas de la población microbiana ruminal, ya que los rumiantes no tienen secreción interna gástrica en el rumen, dependiendo la degradación de la capacidad enzimática de los microorganismos (García.1986).

Las fibras favorecen la formación del bolo alimenticio la capacidad de aprovechamiento por los microorganismos, entre ellos su carácter físico- químico.

6.3.5 Producción de ácidos grasos

Constituye un carácter fisiológico de los rumiantes como resultado de la fermentación de los carbohidratos simples y complejos y en menor medida por la degradación de los aminoácidos en el rumen con la producción de ácidos grasos volátiles de cadena corta (García.1986).

Los ácidos grasos son portadores de buena parte de la energía liberada en el rumen por los microorganismos predominando entre ellos el ácido acético como el más abundante y les continua el ácido propiónico, ácido butírico y en menores cantidades el ácido valérico, también hay de cadena ramificada como el ácido isovalérico, el ácido isopropiónico y ácido isobutírico (García.1986).

Su presencia es más abundante en las primeras tres horas después de consumido el alimento y origina un descenso considerable del pH ruminal afectando la población microbiana, siendo regulado por el flujo salival y el paso de la ingesta al abomaso, aunque también es conocido que una parte de AGV en forma de acetato, propionato y butirato pasa a través de las paredes y pupilas ruminales a la sangre de las venas que rodean el rumen evitándose así la desaparición de los microorganismos por la elevada acumulación de productos finales (Garcia.1986).

Los AGV son utilizados por las bacterias y protozoos para formar su protoplasma microbiano dando un incremento de la población y su paso junto con el alimento a las partes posteriores del tracto gastrointestinal (Garcia.1986).

6.3.6 Gotera esofágica

Es un carácter anatómico en el ternero conocido por gotera esofágica o acanaladura esofágica y tiene como función conducir la leche directamente desde el esfínter del cardias hasta el abomaso.

La formación de la gotera esofágica se debe a la succión del ternero cuando recibe la leche directamente de la ubre y a la presencia de las sales al originar un estímulo químico; el paso de la leche hace que se derrame una parte en el rudimento del rumen originando la entrada de las primeras bacterias de género *Lactobacilos* y *Streptococos*; posteriormente con los cambios de dieta van llegando bacterias epifíticas del pienso, forraje, heno (Garcia.1986).

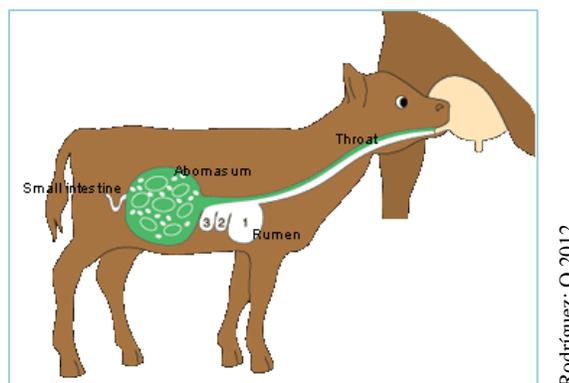


Fig. 54 Gotera esofágica

6.3.7 Población bacteriana y protozoaria

El animal al nacer no posee microorganismos en el rudimento del rumen; tanto los microorganismos llegan del exterior por las diversas vías hasta establecerse después de haber pasado un proceso de selección y adaptación a las condiciones ambientales propias y tener una significativa participación en las variaciones anatómicas del rumen (García.1986).

Tanto las bacterias como los protozoos establecen estrechas relaciones de simbiosis y ambos grupos tienen una asociación notable con el animal; la actividad fermentativa es de tal magnitud que la mayor parte de la materia seca digerible del alimento se degrada en el rumen en cuestión de horas, quedando entre un 15-30 % para ser hidrolizada en el abomaso e intestino por las propias enzimas del animal (García.1986).

La población microbiana es capaz de realizar cambios significativos sobre la dieta, su capacidad para aprovechar el nitrógeno no proteico de los pastos, el nitrógeno amoniacal de la saliva y de las formas orgánicas no proteicas e incluirlo en la síntesis de su proteína microbiana aumentando el valor biológico de las proteínas de la dieta también se conoce la producción de vitaminas del complejo B, así como la capacidad de los carbohidratos complejos como la celulosa y los almidones de los piensos y la rápida fermentación de los azúcares de las mieles (García.1986).

6.4 Origen de los microorganismos del rumen

Existen diversas fuentes de procedencia de los microorganismos ruminales; llegan principalmente con los alimentos sólidos y líquidos, además del contacto con otros animales como sucede con los protozoos, siendo inmediatamente sometidos a las condiciones ambientales del rumen, entre ellas, como fundamental el bajo potencial de oxidación y reducción y las variaciones significativas del pH ruminal, todo esto unido a factores que realizan un proceso selectivo entre los distintos géneros, a la vez se ponen a prueba la capacidad enzimática de las bacterias predominando aquellas especies que son capaces de aprovechar el sustrato o dieta que consume el animal, para esto y muchas especies bacterianas el funcionamiento de las enzimas adaptativas y recurren a modificaciones fenotípicas de tipo fisiológico siendo posible incluso se originen procesos mutacionales de tipo nutricional, esto fundamenta la variabilidad de caracteres específicos de las bacterias y protozoos del rumen (García.1986).

6.4.1 A partir de los alimentos sólidos y líquidos

Constituye la fuente principal que proporciona la microflora bacteriana, grandes números de géneros aerobios y anaerobios y facultativos, así como especies esporógenas y no esporógenas, mesófilos y termófilos se introducen en el rumen (**García.1986**).

Estos microorganismos pertenecen a microflora epifítica de los pienso, la cual tiene una amplia capacidad de utilización de proteínas y de los carbohidratos de reserva como son los almidones y está constituido por formas cocoides y bacilares predominando entre otros géneros *Lactobacillus*; en los alimentos fibrosos como son el forraje, heno y pastos, existen en la superficie de las hojas y tallos bacterias epifíticas, por el consumo de estos alimentos se estimula el incremento de bacterias celulolíticas capaces de degradar la celulosa en formas simples para su asimilación (**García.1986**).

En dieta con forraje para terneros ayuda a establecer los microorganismos característicos de los rumiantes adultos, así como el predominio de protozoos ciliados; en el heno predominan formas bacterianas esporógenas que llegan al rumen y los pastos aportan una elevada población bacteriana capaz de establecerse en el rumen, entre estos bacilos esporógenos y géneros anaerobios (**García.1986**).

En los alimentos líquidos tenemos en cuenta las mieles las cuales se utilizan en la alimentación intensiva de animales de ceba, estas llevan consigo bacterias osmófilas y levaduras que se desarrollan en la superficie de las mieles (**García.1986**).

6.4.2 A partir del agua

El agua constituye otra fuente junto a los alimentos sólidos, aunque los géneros que llegan son pocos y aún menos que se establecen, el agua debemos considerar como portadora teniendo en cuenta que posee determinada microflora propia o procedente de otras fuentes (**García.1986**).

6.4.3 Contacto con otros animales

El recién nacido en contacto con la madre, la cual limpia con la lengua los líquidos fetales del cuerpo del ternero y le estimula a incorporarse para alimentarse, le trasmite inmediatamente los primeros microorganismos (**García.1986**).

El breve tiempo que el ternero permanece con su madre es suficiente para recibir de forma rápida una diversa población ruminal, entre estos los protozoos las cuales llegan al rumen a través de la inoculación cruzada con otros animales con otros animales, puesto que en los casos de animales recién nacidos aislados inmediatamente de animales adultos y criados en aislamiento carecen de protozoarios en el rumen (**García.1986**).

Aunque la fuente es diversa, en dependencia del tipo de dieta y el manejo del ternero durante su permanencia en la cría; los efectos de la llegada y establecimiento microbiano en el rumen se consideran en conjunto (García.1986).

Cuando el animal es adulto con una microflora ruminal permanente para determinada dieta, será necesario para el caso de un cambio de la misma hacerlo de forma paulatina para evitar afectaciones sensibles de la microflora ruminal y la salud del animal (García.1986).

6.5 Métodos de inoculación y procedimiento de muestreo de los microorganismos del rumen

Los microorganismos y su efecto en las modificaciones del rumen dan la posibilidad de utilizar alimentos fibrosos siendo motivo de interés obtener su establecimiento que permita sustituir parcialmente y gradualmente la leche como alimento verde sin que se afecte su salud y el crecimiento normal del animal; se establece la inoculación ruminal, la cual puede ser indirecta y directa (García.1986).

6.5.1 Indirectamente

Es el resultado del aporte de los alimentos sólidos y líquidos en la dieta del ternero como es el heno y posteriormente forraje y el pastoreo, así también mediante el contacto de otros animales.

Esto resulta una inoculación ruminal natural que se presenta como un proceso paulatino en que el animal depende de las condiciones ambientales y del tipo de nutrición que se realiza.

6.5.2 Directamente

Es el resultado de la inoculación ruminal con la participación del hombre con el objetivo de establecer lo más temprano posible de la microflora del rumen.

6.6 Naturaleza del contenido ruminal

El rumen constituye un hábitat muy particular que no permite el desarrollo microbiano de forma amplia como sucede en el suelo, los alimentos ya que posee condiciones ambientales muy específicas que posibilita el crecimiento de aquellos géneros epifíticos que llegan con los alimentos y se adaptan al medio mediante modificaciones internas de su metabolismo celular (García.1986).

Las condiciones o la naturaleza del rumen tienen como objetivo poder replicar en el laboratorio lo más posible las características ambientales y de medio de cultivo para obtener el crecimiento de la microflora ruminal y realizar estudios e investigaciones (García.1986).

En los aspectos más relevantes se encuentran:

6.6.1 Potencial de oxidación

El potencial redox es bajo, posee un ambiente reducido con poco oxígeno, siendo prácticamente las condiciones de anaerobias; es posible que en el interior de los compuestos y el agua exista mínimas cantidades de oxígeno libre, el cual es rápidamente reducido (Garcia.1986).

La capacidad reductora del rumen se encontró que el 9% corresponde a las bacterias; el 47% depende de las partículas grandes de alimentos y el 38% del material coloidal del líquido del rumen. Algunas cantidades de oxígeno no afecta la formación de los productos finales del rumen, ya que muchas bacterias facultativas aprovechan el oxígeno, siendo estos aceptores de hidrógeno por lo que reduce haciendo descender el potencial de oxidación- reducción permitiendo continúe la actividad de las bacterias anaerobias (Garcia.1986).

6.6.2 pH del rumen

En condiciones de ayuno y entre las comidas, el pH ruminal es decir el proceso digestivo es ligeramente neutro estando entre 6.8-7.2 este favorece las bacterias y protozoos. La ingestión de alimentos como resultado de la fermentación microbiana, en el transcurso de 3 a 4 horas, la presencia de AGV a la par con la ingestión de saliva (alcalina) origina fluctuaciones en el pH del medio (Garcia.1986).

La disminución del pH depende del tipo de alimento y la rapidez del consumo; alimentos ricos en almidón y carbohidratos solubles ocasiona una baja de pH desde su ingestión hasta las 2 horas alcanzando valores de 5.2-5.4 debido al rápido aprovechamiento por las enzimas microbianas; en cambio el consumo de fibra con su contenido en celulosa es más lenta la baja de pH transcurriendo entre 1-3 horas debido a la complejidad del sustrato llegando a valores de 5.5-5.8 (Garcia.1986).

La saliva realiza efecto de amortiguación además en caso de consumir alimentos secos como el heno, pienso retarda la disminución del pH, en comparación con el forraje y los pastos.

6.6.3 Temperatura

La temperatura normal se encuentra entre los 39-40 °C, durante el proceso fermentativo donde se libera gran cantidad de energía la temperatura se eleva hasta 41°C, pudiendo superar la temperatura rectal (Garcia.1986).

El consumo de grandes cantidades de agua a 25°C puede bajar violentamente hasta 35-30°C siendo necesario hasta dos horas para que se recupere la temperatura normal; esto puede suceder cuando el animal ingiere alimentos secos como pienso y heno no teniendo agua a su disponibilidad lo que provoca una intensa sed y el consumo rápido de agua (Garcia.1986).

Los efectos en la microflora ruminal serán sobre las bacterias mesófilas y protozoos ruminales unido a los cambios de presión interna del líquido ruminal (Garcia.1986).

6.6.4 Contenido de materia seca

Las cantidades depende en gran medida de la naturaleza del alimento y el tiempo transcurrido de la alimentación, influyendo la insalivación y el tiempo de la fermentación donde se tiene en cuenta los cambios en la dieta por la degradación enzimática unidos a los receptores de síntesis microbiana con la formación de nuevos compuestos orgánicos del protoplasma celular (Garcia.1986).

6.7 Microorganismos ruminales

Para considerar a un microorganismo típico del rumen ha de cumplir las siguientes características:

- ❖ Debe ser un microorganismo capaz de vivir en condiciones anaerobias.
- ❖ Debe producir un tipo de producto final predominante en el rumen.

6.7.1 Bacterias

La clasificación de las bacterias del rumen ha sido asunto muy complejo debido a las modificaciones y variaciones de los caracteres de las especies aisladas el cultivo puro. La clasificación funcional consta de los siguientes grupos bacterianos

1. Bacterias celulolíticas

Tienen la capacidad bioquímica de producir exoenzimas celulolíticas que hidrolizan la celulosa; siendo capaces de utilizar la celobiosa y la glucosa resultante de la degradación. Los productos finales de la fermentación en ácido succínico, acético y fórmico. El ácido fórmico es después atacado por otras bacterias para dar hidrógeno, CO₂ o metano y el ácido succinico es aprovechado para formar ácido propiónico y CO₂ (Garcia.1986).

Estas bacterias constituyen unas de las más numerosas e importantes del rumen al dar la capacidad a los rumiantes para aprovechar los alimentos fibrosos como base para la alimentación; entre los géneros identificados más relevantes se encuentran; *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminobacter parvum*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Clostridium lochheadii* (Garcia.1986).

2. Bacterias hemicelulolíticas

Son bacterias que digieren las hemicelulosas actúan sobre sustancias que son pentosas, hexosas y en ocasiones ácidos urónicos estando presente como constituyente de las plantas. Algunas bacterias que hidrolizan la celulosa pueden hacerlo con la hemicelulosa. Ejemplos: *Bacteroides ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus* y *Ruminococcus flavefaciens* (Garcia.1986).

3. Bacterias *amylolíticas*

Son bacterias que hidrolizan el almidón, estando muy abundante en dietas que poseen concentrados elaborados a base de granos, realizan el proceso fermentativo con gran rapidez en comparación con los celulolíticos, esto es debido a la composición bioquímica de los almidones que se desdoblan en amilosa y amilopectona hasta llegar a formar simples como la maltosa, lo que indica la alta capacidad enzimática amilolítica y su acción como catalizador biológico (García.1986).

Entre las especies más relevantes se encuentran: *Streptococos bovis* producen ácido láctico y *Bacteroides amylofilo* produce AVG (García.1986).

4. Bacterias proteolíticas

Un número considerable de bacterias ruminales tienen la capacidad de degradar una buena parte de las proteínas del alimento y aprovechar las peptonas y péptidos incluso utilizan aminoácidos como fuente primaria de energía; a la vez la incorporación de nitrógeno de origen orgánico le permite realizar la síntesis de nuevas proteínas microbianas (García. 1986).

Géneros - *Bacillus*, algunos *Clostridium* y *Bacillus* (-) como: *bacilo licheniformii*.

5. Bacterias lipolíticas

Son bacterias que hidrolizan las grasas en el rumen hasta obtener glicerol y después utilizarlo; otros géneros hidrogenan los ácidos grasos insaturados y en otros casos metabolizan los ácidos grasos de cadena larga hasta convertirlo en cetona (García. 1986).

Ejemplo: Anaerovibrio lipolítico es específico para la fructosa y el glicerol.

6. Bacterias que utilizan azúcares

La mayor parte de los microorganismos utilizan los monosacáridos y disacáridos como sustrato de fácil fermentación y es abundante en las plantas jóvenes y mieles (García. 1986).

Pueden utilizar los azúcares de bacterias y protozoos muertos y lisados o del material capsular. Entre los azúcares que utilizan se encuentran: glucosa, celobiosa, maltosa, galactosa, lactosa, etc. los cuales constituyen la fuente principal para sus procesos bioenergéticos en el crecimiento y la reproducción (García.1986).

Ejemplo: *Succinomonas amylolítica* - fermenta los carbohidratos produciendo grandes cantidades de ácidos succinico y menor cantidad de ácido acético.

7. Bacterias que utilizan ácidos

Como resultado de los procesos fermentativos sobre los carbohidratos y en menor medida los aminoácidos se producen en el rumen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles, hay en grupo de bacterias que utilizan los ácidos grasos para sus procesos metabólicos, así está comprobado el aprovechamiento del ácido láctico, ácido succínico, ácido málico, ácido fumárico, ácido acético, ácido oxalacético y ácido fórmico (García. 1986).

Como ejemplo de Bacteria se encuentra la *Veillonella gazogenes* es capaz de usar ácido propiónico a partir del ácido láctico. *Peptostreptococos elsdenic* - utiliza el ácido láctico para la producción de CO₂ e hidrógeno.



Costa. AM 2004

Fig.55 Cocos ruminales

Fig.56 Bacillus ruminales

Fig.57 Espirilos ruminales

8. Bacterias que utilizan amoníaco

El amoníaco procede de diversas fuentes como es la desaminación de los aminoácidos y de la urea. La mayoría de los microorganismos lo utilizan para la síntesis de las proteínas microbianas (García. 1986). Ejemplo: *Bacterioides amylophilus*, *Butyrivibrio*, *Succinivibrio*, *Streptococcus bovis*.

9. Bacterias que producen metano

Como consecuencia de la fermentación de los carbohidratos se producen en el rumen gas CO₂, el cual constituye la fuente principal para la producción de metano por los microorganismos.

Ejemplo: *Methanobacterium ruminantium*; Utiliza el hidrógeno y el ácido fórmico como sustrato oxidable para la producción de metano mediante la reducción del CO₂ con hidrógeno molecular (García. 1986).

10. Bacterias que sintetizan vitaminas

Las bacterias ruminales sintetizan vitaminas como las vitaminas del complejo "B" y vitamina "K" haciendo que los rumiantes sean independientes del aporte externo de algunas vitaminas.

Ejemplo: *Propionibacterium freudenreichii*, *P. zeae* y *P. pentosaceum* (García. 1986).

6.7.2 Protozoarios

Protozoarios: se encuentran en el rumen del ganado bovino y ovino que consumen dietas fibrosas (las cuales tienen baja concentración de azúcares solubles) pero con una densidad de población baja (menor de 100,000/ml); mientras que en dietas ricas en almidones o azúcares pudieran alcanzar densidades de 4, 000,000/ml de líquido ruminal. La dieta determina la especie de protozoarios en el rumen, pero se conoce poco sobre los factores que determinan el equilibrio de las especies de protozoarios de su biomasa (García.1986).

Se identifica tres grupos fundamentales en base a sus caracteres morfológicos y predominio para determinados sustratos.

Ciliados holotricos: se encuentran en todas las dietas predominando en alimentos a base de heno y raíces. Atacan gran variedad de azúcares solubles los cuales absorbe para convertirlos en un polisacárido insoluble en forma de granos de amilopectina que almacena; en ausencia de carbohidratos solubles fermenta sus polisacáridos de reserva (García. 1986).

Ejemplos: *Isotricha prostoma*, *Isotricha intestinales* y *Dasytricha ruminantium*

Ciliados oligotricos: son **protozoos grandes** capaces de ingerir la celulosa y almacenarla en forma de polisacárido semejante a la amilopectina. Abundan en el rumen con dietas de pastos ricos en celulosa y proteínas solubles. Ejemplos: *Metadinium* y *Diplodinium* (García. 1986).

Ciliados oligotricos más pequeños: son predominantes cuando llega al rumen una dieta rica en almidón como el caso de los concentrados y piensos de granos (García. 1986).

Ejemplo: *Género Endodinium*

Cuando la población de protozoarios es alta pueden constituir hasta el 70% de la biomasa de los organismos en el líquido ruminal, mientras que las bacterias solo comprenden el 30%.



Vásquez; OM et al 2008

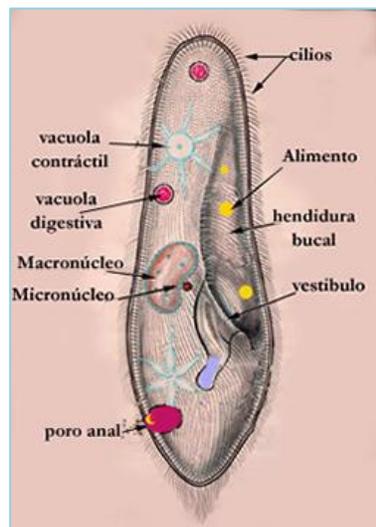
Fig. 58 Protozoos ruminales

Caracteres generales de los protozoos del rumen

Los protozoos comparten con las bacterias el hábitat del rumen, estableciendo relaciones simbióticas muy estrechas, llegan al rumen cuando el animal es joven procedente de los animales adultos por el contacto, estableciéndose y alcanzando cantidades de 10^6 /gramos de contenido ruminal (García. 1986).

Participa junto a las bacterias en los procesos degradativos y fermentativos con producción de AGV y contribuye al desarrollo y distensión de la pared del rumen hasta alcanzar volúmenes fijos en el consumo de forrajes. Tienen como fuente de alimentación fundamental las bacterias, a la vez factores de tipo bacteriano son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los protozoos (García. 1986).

Aunque los protozoos no tienen un papel predominante en el rumen como las bacterias, si contribuyen a la digestión de la celulosa, alimentos proteicos y polisacáridos, almacenando muchos de éstos en su citoplasma los cuales son aprovechados en los siguientes procesos metabólicos del animal, participan además en la síntesis de proteína protozoaria con un alto valor biológico y alta digestibilidad (García. 1986).



Vásquez, OM et al 2008

Fig. 59 Anatomía de un protozoo ciliado

Los protozoarios del rumen tienen necesidades nutricionales más complejas que las bacterias lo que hace más difícil su aislamiento y conservación en cultivos puros.

Se caracterizan por ser anaerobios estrictos y son muy susceptibles a los cambios bruscos de la presión osmótica causando su destrucción; se adaptan a la temperatura ruminal y modificaciones del pH teniendo como óptimo un rango de 6.5 o 7 (García. 1986).

6.7.3 Hongos ficomicetos

Hongos ficomicetos: El estado vegetativo de los hongos consiste en un esporangio que surge de los rixoides (similares a las hifas) que crece rápidamente dentro de los tejidos vegetales. Los esporangios aparecen sobre la superficie de las partículas residuales liberando las zoosporas inmediatamente después de ser consumido el alimento (García. 1986).

Estos son capaces de alcanzar fibras recién ingeridas invadiendo el tejido a través de las partes lesionadas de las plantas o por las estomas de las hojas. Posteriormente germinan y crecen dentro de las partículas vegetales (García. 1986).

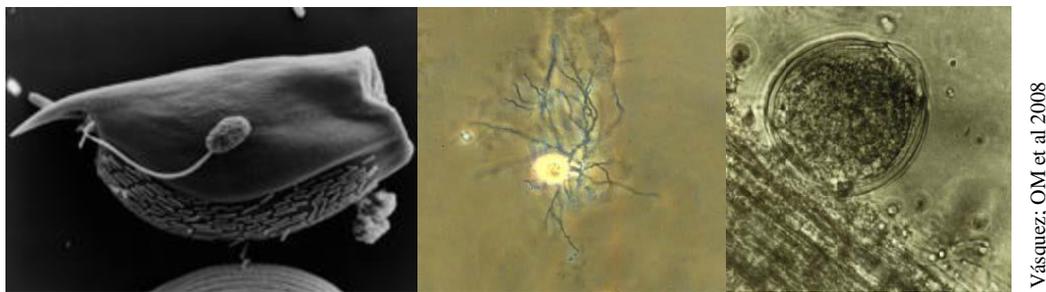


Fig.60 Hongos ruminales

Los hongos aparentemente son los primeros organismos en invadir y digerir el componente estructural de las plantas, comenzando en la parte interna. Los hongos lesionan las partículas del bolo permitiendo que las bacterias colonicen el material vegetal. Por lo tanto, son muy importantes en el inicio del proceso de degradación fermentativa de materiales insolubles y su presencia debe reducir cualquier retardo en la digestión de la fibra (García. 1986).

Las especies de hongos aislados del rumen de las ovejas incluyen: *Neocallimastix frontalis*, *Sphaeromonas*.

Estos hongos digieren algunas partes de los componentes estructurales de las plantas. Parece lógico asumir que los hongos degradan los complejos de lignina - hemicelulosa y así solubilizan la lignina para degradarla. Esto permite que la fibra que está protegida físicamente por la lignina se fermenta por la acción de las bacterias ruminales (García. 1986).

UNIDAD VII. Microbiología de los animales monogástricos

7.1 Introducción

7.2 Descripción general del tracto gastrointestinal de los animales monogástricos

7.2.1 Caballo

7.2.2 Cerdos

7.2.3 Aves

7.3 Géneros de microorganismos que predominan en el tracto gastrointestinal de los animales monogástricos (caballos, cerdos, aves) y su importancia.

7.3.1 Características principales de los microorganismos del ciego

7.3.2 Ecosistema en el intestino en los animales monogástricos

7.3.3 Género que predominan en caballos, cerdos y aves

Objetivos específicos:

- ❖ Diferenciar el tracto gastrointestinal de los animales monogástricos.
- ❖ Interpretar cada una de las características de los microorganismos del ciego y el colon intestinal.
- ❖ Valorar la importancia de los microorganismos del ciego y el colon intestinal de los animales como. El caballo, cerdos, aves.

7.1 Introducción

Las especies monogástricas presentan rasgos comunes que a la diferencia de los animales poligástricos; su TGI se presenta con un solo compartimiento de estómago continuado con el intestino delgado y el intestino grueso, es precisamente en esta parte en la porción del ciego y el colon donde se encuentra establecida una microflora bacteriana que participa en el proceso digestivo de los alimentos transformados desde el estómago y a la vez tiene bacterias influencia en su digestibilidad y la absorción de los nutrientes.

7.2 Descripción general del tracto gastrointestinal de los animales monogástricos

Se puede considerar que al tracto digestivo como un tubo que se extiende desde la boca al ano, cuya misión consiste en la ingestión, división, digestión y absorción del alimento y eliminación de material sólido de desecho. En general, los sistemas digestivos están formados por los siguientes órganos y glándulas: Boca, Faringe, Esófago, Estómago, Intestino delgado, Intestino grueso y ano o glándulas anexas: Glándulas salivales: Parótidas, submaxilares y sublinguales; región pancreática: páncreas y conducto pancreático; región hepática: hígado, vesícula biliar y conducto biliar. (García. 1986)

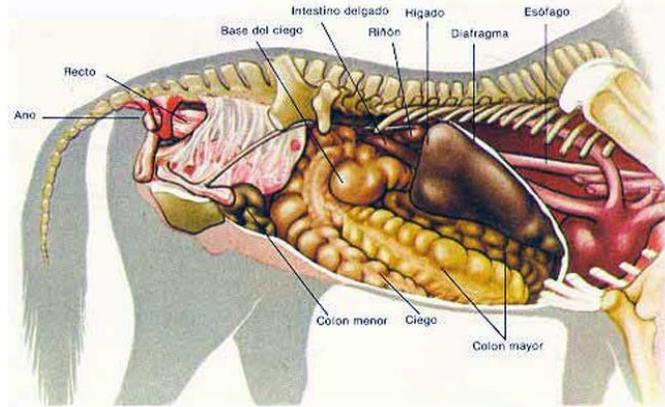
Las especies animales, a través del mecanismo evolutivo, se han ido adaptando a diversas fuentes de alimentos. De esta manera, se han conformado grandes diferencias anatómicas y fisiológicas de los órganos digestivos de las diversas especies animales (García. 1986).

7.2.1 Caballo

El ciego del equino está situado entre el intestino delgado y el colon, tiene una longitud de 1.25 metros y una capacidad de 25 a 30 litros (Sisson y Grossman. 2005). En el proceso digestivo de este animal una parte considerable de los alimentos llegan al intestino grueso apto para la absorción ya que se produce un cambio considerable en los alimentos debido a las enzimas procedentes del intestino delgado y por la acción de bacterias y protozoos.

Las actividades de las bacterias afectan principalmente a los carbohidratos la celulosa y otros alimentos energéticos dando como productos finales los AGV inferiores los cuales pueden ser absorbidos y aprovechados por el animal; los AGV constituyen el 85% de los ácidos volátiles, desglosando en 67% en ácido acético, 19% en ácido propiónico y un 14% ácido butírico (García. 1986).

También sucede una acción degradativa sobre las proteínas y la síntesis de vitamina B, además se produce una cantidad considerable de gases CH₄, CO₂, H₂, O₂ y N₂.

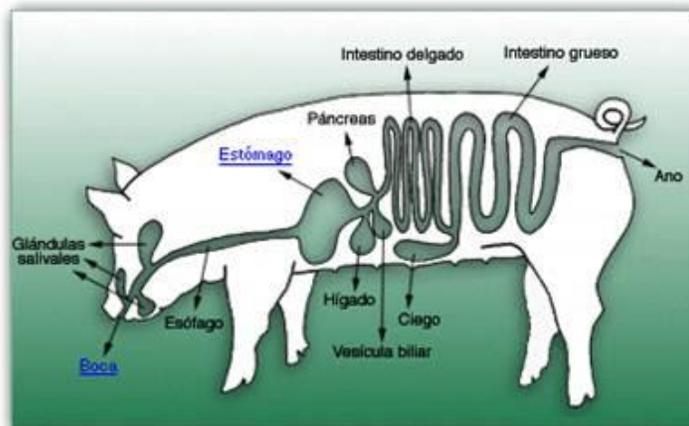


Vásquez, OM et al 2008

Fig. 61 Estructura anatómica digestiva equino

7.2.2 Cerdos

El intestino grueso tiene una longitud aproximada de 4.5 metros, específicamente el ciego es cilíndrico con un largo entre 20 a 30 cm y un ancho de 8 a 10 cm. Los hábitos nutricionales del cerdo son omnívoros, siendo su explotación muy intensiva en busca de mayor ganancia de peso en el menor tiempo posible, se trabaja cada vez más en las dietas mejoradas y en la profundización sobre el comportamiento de la microflora del ciego y el colon en el proceso digestivo (García. 1986).

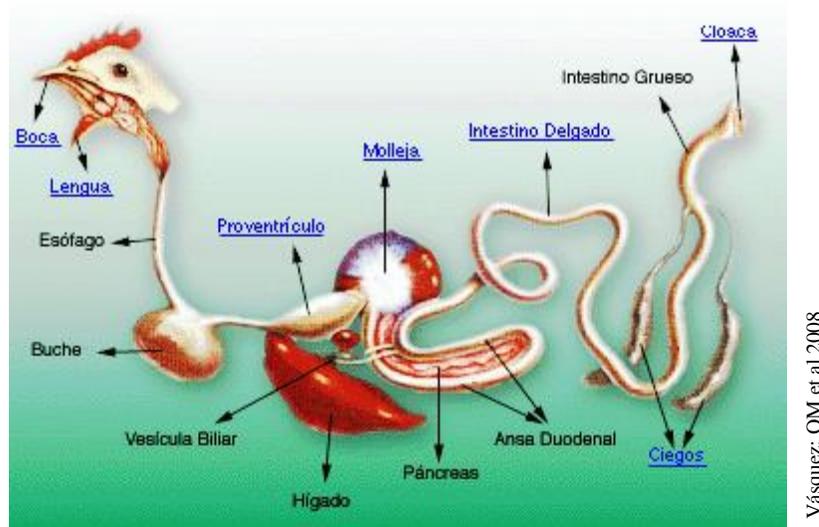


Vásquez, OM et al 2008

Fig. 62 Estructura anatómica digestiva porcina

7.2.3 Aves

El ave como todo monogástricos presenta las mismas características con la particularidad de poseer un estómago que consta de dos porciones, una glandular (proventrículo) y otro muscular o molleja; su intestino grueso consta de dos ciegos lleno de vellosidades que tiene a su alrededor las glándulas. (García. 1986)



Vásquez, OM et al 2008

Fig. 63 Estructura anatómica digestiva aves

7.3 Géneros de microorganismos que predominan en el tracto gastrointestinal de los animales monogástricos (caballos, cerdos, aves) y su importancia.

La actividad funcional de las bacterias del ciego tiene importante influencia en las transformaciones de sustratos celulolíticas de las fibras en los equinos, con la producción de AGV; en las aves se destacan las bacterias en la digestión de concentrados de la dieta y en el porcino participa en la digestión de alimentos complejos y variados teniendo en cuenta sus hábitos nutricionales de omnívoro (García. 1986).

7.3.1 Características principales de los microorganismos del ciego

Son características principales de los principales microorganismos del ciego:

- ❖ Constituyen un ecosistema en el intestino.
- ❖ Está integrada por una población bacteriana típica.
- ❖ Se encuentra en estrecha relación con las paredes interiores del tracto digestivo.
- ❖ Tiene efecto morfogenéticos en el ciego.

7.3.2 Ecosistema en el intestino en los animales monogástricos

Ha sido descrito en varias oportunidades los efectos ocasionales de la microflora intestinal en el animal en los siguientes pasos:

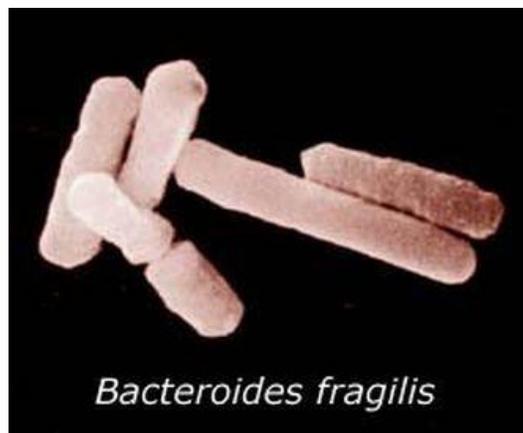
- ❖ Proporción del crecimiento del intestino.
- ❖ Eficiencia en las utilizations de los animales.
- ❖ Resistencia a las enfermedades por el animal.

Hay una abundante microflora características en animales normales no solo en el intestino sino también en otras partes del TGI como la boca, estomago e intestino delgado; a la vez los microorganismos se encuentran íntimamente asociados con varios órganos digestivos quedando bien definido un ecosistema en el cual cada componente está influenciado por otro y por condiciones estables (García. 1986).

Está integrada por una población bacteriana típica

La microflora es la siguiente:

1. Bacilos coliformes y enterococos, siendo típicos representantes de la microflora intestinal, pero en realidad constituye un pequeño porcentaje en esta microflora bajo normales condiciones fisiológicas.
2. Los del género Lactobacilos, Streptococos, ácido láctico y bacteroides son los más numerosos a la identificación.



Mideros, J 2010

Fig.64 *Bacteroides fragilis*

Todas las bacterias de este grupo presentan sus requerimientos nutricionales, por lo que se pueden aislar y hacer sus estudios bacteriológicos además de desarrollar en medios de cultivos ordinarios debiendo tenerse en cuenta mantener las condiciones de anaerobiosis (García. 1986).

3. Asociación de la microflora bacteriana con las paredes del tracto digestivo

Las cantidades de *Lactobacillus* y estreptococos entéricos son superiores en las paredes que en la luz del intestino. El género *Bacteroides*, se encuentra en el ciego en grandes cantidades y de menor población en el estómago e intestino delgado (García. 1986).

4. Efectos morfogenéticos

La presencia de microorganismos en el tracto digestivo se puede considerar ocasional y no constituir una situación estable por lo que puede haber animales que estén libres de microorganismos en el TGI (García. 1986).

Los casos así obtenidos son un estado anormal en los animales, presentan los siguientes síntomas:

- ❖ Deficiencia en requerimientos nutricionales.
- ❖ Desarrollo del tejido linfoide.
- ❖ Alteración en la fisiología de la circulación.
- ❖ Deficiente desarrollo de la pared intestinal.

Con las bacterias procedentes y propias del ciego, se observa una recuperación progresiva de las anomalías histológicas, anatómicas y fisiológicas; también la incorporación de bacterias entéricas y otras del grupo coliforme muestra una rápida recuperación (García. 1986).

7.3.3 Género que predominan en Caballos, Cerdos y aves e importancia

Está representada por una microflora típica compuesta por bacterias coliformes y enterococos, también se encuentran en cantidades elevadas *Lactobacillus*, *Streptococos*, *Bacteroides*, *Clostridium* y levaduras estas últimas se encuentran muy vinculadas a la transformación de la dieta en el cerdo (García. 1986).

En el ciego de equino están presentes un número considerable de bacterias celulolíticas y otros grupos identificados como capaces de aprovechar otras formas de carbohidratos (García. 1986).

En las aves se destacan especies que aprovechan los almidones y concentrados de los piensos.

Bibliografía

- ❖ Bebertium, EL.1990. Tratado de Microbiología. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.433 p.
- ❖ Breach, MR.1995? Manual de técnica de Bacteriología. Trad. LO Baqué. 2 ed. Editorial Acribia Zaragoza. España .120 p.
- ❖ Cardenas Medina, JV; Solorio Sánchez, FJ; Sandoval Castro, CA.2004. Ensilaje de forraje: Alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico (en línea). Consultado 15 de Agosto 2014. Disponible en https://books.google.com.ni/books?id=ItVH2PH6cp8C&pg=PA1959&dq=ensilaje&hl=es&sa=X&ei=rXf_VP3CKoi6ggS-44
- ❖ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).2002. Uso de ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeño campesino: Proceso de fermentación del ensilaje y su manipulación (en línea). Consultado 26 de Julio 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s04.htm>.
- ❖ Garces Molina, AM; Berrio Roa, L; Ruiz Alzate, S; Serna León, JG de; Builes Arango, AF. 2002?. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado (en línea). Lasallista de investigación. Consultado 26 de Agosto 2014. Disponible en <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>.
- ❖ García, A. R, L.1986, Microbiología Pecuaria, ed: ISCAH, TOMO I y II, Habana-Cuba Tomo I, Tomo II.
- ❖ Hernández Peñaranda, A; Alfaro Álvarez, I; Calvo Arrieta, R.2000 Microbiología Industrial (en línea). Consultado 17 de Julio 2014. Disponible en <http://books.google.com.ni/books?id=KFq4oEQQjdEC&pg=PA97&dq=fermentacion+microbiologia&hl=es-419&sa=X&ei=F7kIVO2xNYnpGGs04IGIDg&ved=0CCkQuwUwAg#v=onepage&q=fermentacion%20microbiologia&f=false>.
- ❖ Kruif, P de. Cazadores de microbios (en línea).2000. Chile. Consultado 26 de Junio 2014. Disponible en <http://www.eduteka.org/gestorp/recUp/51b832659d4bcb92fa3580fb22ea996a.pdf>.
- ❖ Lázaro, M; Pardo Cobas; E. 2008. Texto de Microbiología I. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 103 p.

- ❖ Pérez Castro, M; Lavastida D, M; Ferrer Carvajal, RJ; Pérez Pérez, G; Cabrera Ramírez, M; Rodríguez Rubio, B; Rivero Vázquez, P. 1992. Microbiología Veterinaria. Ciudad de la Habana. Editorial Pueblo y Educación. 135 p.
- ❖ Sisson, S; Grossman, JD. 2005. Anatomía de los animales domésticos. Trad. Roldán RM, Martín Illera M; Blanquez Layenta MJ. 5 Ed. España. 2v.
- ❖ Stephen Allen 2008. Koneman, Diagnóstico microbiológico. Texto y atlas de color. (en línea). Consultado 28 Septiembre 2014. Disponible en http://books.google.com.ni/books/about/Koneman_Diagnostico_Microbiologico_Micro.html?id=jyVQueKro88C.
- ❖ Torre, AP de la 1979. Texto Básico de Microbiología II (Microbiología especial Veterinaria). Cuba .2v.
- ❖ Tortora, Funke, Case 2007. Introducción a la microbiología (en línea). Consultado 30 Septiembre 2014. Disponible en <https://books.google.com.ni/books?id=Nxb3iETuwpIC&pg=PR7&dq>.