

UNIDAD 5. INTERACCIONES MICROBIANAS EN SU ENTORNO

7. Hábitat microbiano

Peña (2017) determina que los microbios son ubicuos, ya que colonizan una amplia gama de hábitats en el planeta, mostrando una adaptabilidad a condiciones extremas variadas, ellos se encuentran desde los suelos que pisamos hasta océanos, aire que respiramos, cuerpo de plantas, alimentos, cuerpo humano e incluso en entornos hostiles. Si bien, presentan roles tanto benéficos como potencialmente perjudiciales que ayudan a comprender la dinámica de los ecosistemas; estos organismos pueden habitar en diversidad de entornos, desde lugares aptos para satisfacer sus necesidades nutricionales y funciones hasta lugares con recursos limitados o casi nulos; además presentan roles importantes en la biósfera ya que fijan gases atmosféricos y descomponen materia orgánica para iniciar la cadena alimentaria y suplir sus necesidades, participan en la ciclación de nutrientes, producción de alimentos y medicamentos y regulaciones climáticas. Dentro de sus beneficios significativos se resalta la producción de medicamentos, alimentos y la elaboración de productos biotecnológicos actuales, su capacidad para descomponer materia orgánica y su participación en procesos fermentativo resaltan su actividad y aporte a la evolución; de la misma manera, han demostrado ser invaluable en el tratamiento de aguas residuales y desechos, incluyendo sustancias tóxicas que actúan mediante procesos bioquímicos que ayudan a depurar y descontaminar. Por otra parte, trabajan en pro a la biorremediación, mediante la producción enzimática que mejora la calidad del suelo contaminado o maltratado por las actividades humanas, facilitando la restauración de los ecosistemas.

7.1. Microbioma- microbiota

Según Alarcón et al; (2016) los seres humanos viven asociados en un gran número de microorganismos que se encuentran en partes de la boca, piel, tracto gastrointestinal y el sistema genitourinario femenino, que se denominan microbiota normal humana, esta definición ha tomado evolución como se ve en la tabla 3, desde la flora comensal hasta el microbioma.

Tabla 3

Cambios evolutivos en la denominación de las comunidades microbianas.

Concepto	Definición	Referencia
Flora comensal	Conjunto de microorganismos que cohabitan, la mayor parte de los cuales desarrolla relaciones simbióticas de mutualismo con el huésped y protegen del ingreso de otros potencialmente patógenos	Sarkis K. Mazmanian and Dennis L. Kasper. <i>Nature Reviews</i> , 2006
Microbiota	Comunidades de microorganismos que habitan en forma estable en un sitio anatómico y que interaccionan entre sí, autorregulando su concentración numérica y dinámica metabólica, la que puede influir en el estado de salud o enfermedad del huésped	Matthew R. Redinbo. <i>J. Mol. Biol.</i> , 2014 Jonathan S. Bromberg, y col. <i>Nature Reviews</i> , 2015
Microbioma	Relación entre el huésped y la comunidad microbiana de un sitio anatómico, donde confluye una compleja interacción de factores genéticos, ambientales y metabólicos, los que pueden inducir la expresión o manifestación de una respuesta fisiológica o patológica en el individuo	Jonathan S. Bromberg, y col. <i>Nature Reviews</i> , 2015

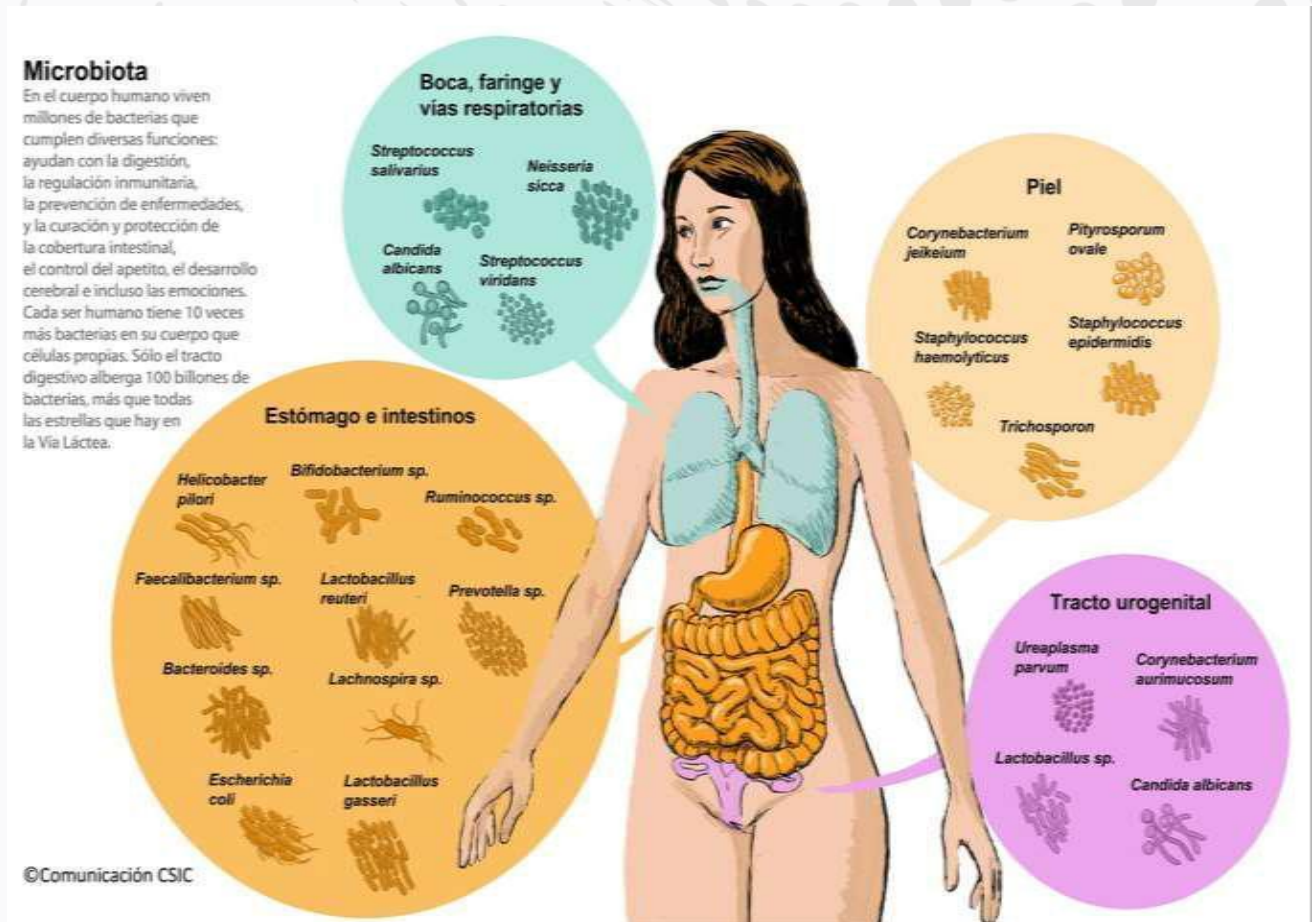
Fuente: Alarcón *et al.*, 2016.

7.1.1. Microbios albergados en el cuerpo

Los microbios que coexisten en nuestro cuerpo, conocidos como el microbiota humano, forman un ecosistema diverso y dinámico que coloniza diversas regiones como la piel, boca, tracto gastrointestinal y las vías respiratorias. Si bien, algunas comunidades microbianas contribuyen en la regulación del sistema inmune proporcionando una barrera contra patógenos y benefician la salud intestinal; sin embargo, algunos pueden invadir el hospedero humano y causar patologías, que van desde enfermedades no infecciosas hasta crónicas como cierto tipo de neoplasias o enfermedades cardiacas. Para que se dé la infección por parte de este tipo de microorganismos, deben ingresar al cuerpo por medio del tracto respiratorio (en mayoría zonas mucosas), tracto urogenital, gastrointestinal o a través de cortaduras en la piel (figura45)

Figura 45

Microbiota a nivel del cuerpo humano



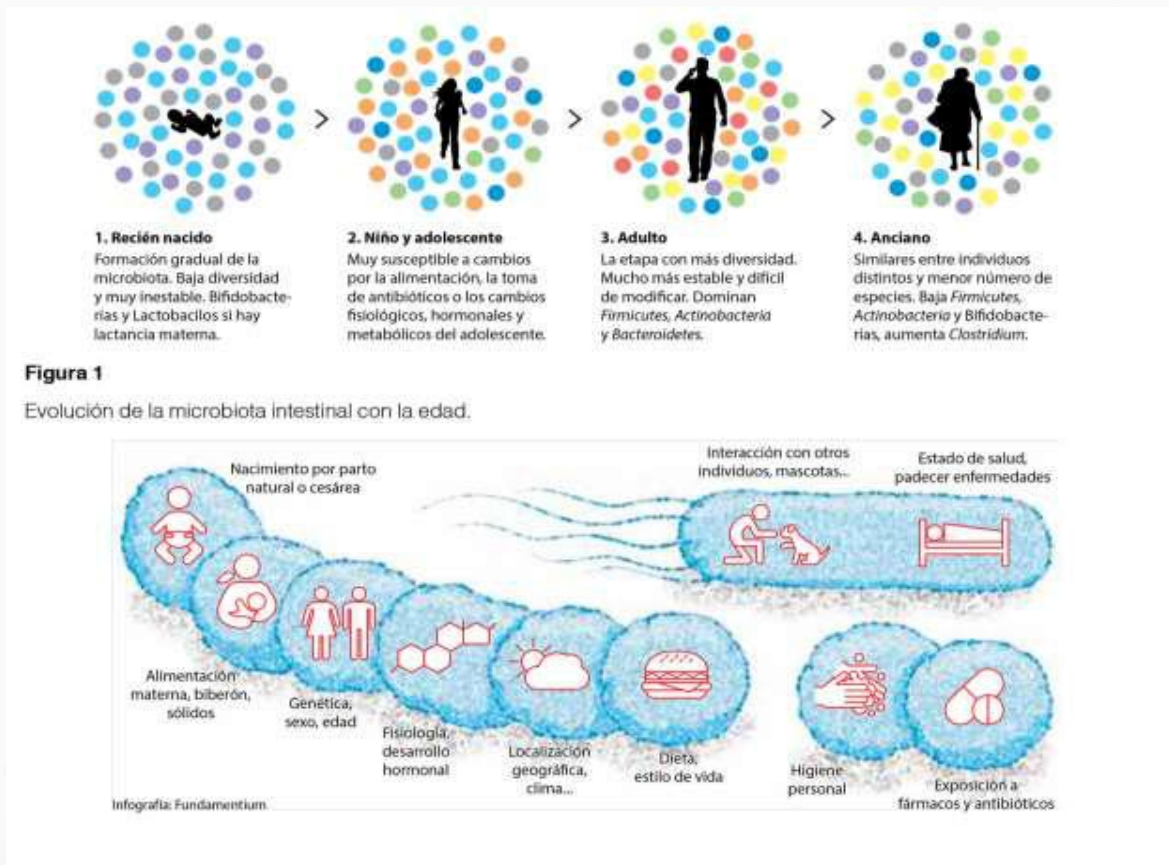
Fuente: CSIC, 2015.

Según lo mencionado por López (2020) el modo de nacimiento influye significativamente en la composición y desarrollo del microbiota, especialmente en bacterias que se dirigen hacia el intestino y lo colonizan. Cuando un bebé nace por vía vaginal, entra en contacto directo con el microbiota de la madre, en especial con bacterias que se encuentran en el área o canal de parto; este primer paso es importante ya que las bacterias que primeramente colonizan la parte intestinal del individuo recién nacido, provienen de la microbiota vaginal y fecal de la madre. Géneros bacterianos como *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* son predominantes en este tipo de casos e intervienen en la digestión de la leche materna y la

protección contra patógenos, estableciendo un sistema inmune resistente para el individuo. Por otro lado, los bebés nacidos por cesárea no tienen contacto inicial con la zona vaginal-fecal, su primera exposición suele venir del entorno o de la piel de la madre, lo que resulta un microbiota inicial diferente que colonizan microorganismos que se encuentran mayormente en pieles o ambientes hospitalarios. Por otra parte, los individuos prematuros suelen tener una microbiota menos diversa y estable debido a que su sistema inmune no se encuentra bien desarrollado. La forma de alimentación aporta significativamente en el desarrollo del microbiota, la leche materna tiene un complejo de nutrientes, anticuerpos y enzimas que la fortalecen, conformada por un 30% de bacterias; mientras que la leche de fórmula puede carecer de compuestos bioactivos, como se puede visualizar en la figura 46.

Figura 46

Evolución de la microbiota y factores determinantes



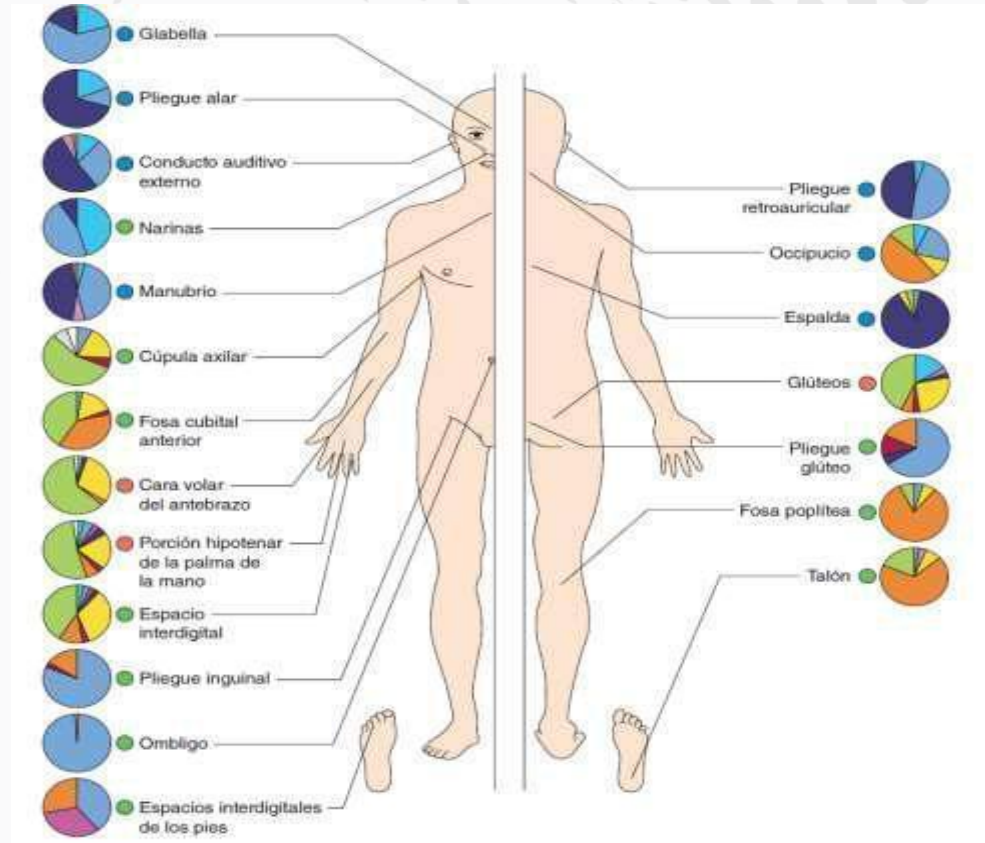
Fuente: López, 2020.

7.1.1.1. Piel y manos

Es un ecosistema complejo y diverso de los más grandes, compuesto por una multitud de microorganismos como se observa en la figura 47. Ella adopta un gran número de microorganismos que va desde 1×10^7 células/cm² debido a que varía significativamente según la región del cuerpo y su constante exposición al entorno que incluyen la higiene, la edad, el sexo, entre otro. Este microbiota no solo está compuesto por microorganismos transitorios o pasivos, si no que muchas de estas bacterias están adaptadas a ciertas zonas específicas del cuerpo en donde encuentran las condiciones propicias para su supervivencia y desarrollo, adaptándose a los cambios de la piel, exposiciones a rayos UV, detergentes, resequedad e incluso cosméticos. Variedad de investigaciones sobre la composición bacteriana con relación a la piel han expuesto una elevada variabilidad entre distintos individuos que se denomina *intervariabilidad* y dentro de un individuo se le llama *intravariabilidad*. Las palmas de las manos específicamente presentan un ambiente único en comparación con otras áreas de la piel que influyen en la composición del microbiota lo que lo cataloga con gran variabilidad microbiana e interacciona con el sistema inmune para trabajar en resistencia, esto destaca su importancia en la salud de la piel y prevención de enfermedades

Figura 47

Microbiota a nivel de piel



Fuente: Gutiérrez,2014

7.1.1.2. Microbiota bucal

Es un ecosistema dinámico y muy heterogéneo, el exceso de los residuos nutricionales en la boca puede generar en un ambiente óptimo para el crecimiento microbiano, aunque la saliva a la lisozima que funciona como componentes bacterianos y se encarga del rompimiento de la lactoperoxidasa y el peptidoglicano. Además, la saliva contribuye en la lubricación, la dispersión inicial de carbohidratos y la protección de tejidos bucales; sin embargo, cuando los nutrientes provenientes de los alimentos y bebidas no se eliminan adecuadamente mediante la higiene oral, dan vía para que variedades de microorganismos pueden proliferar. Esta composición de la microbiota oral está denominadas por bacterias que se pueden

clasificar en diferentes grupos según su capacidad para ejercer en presencia de oxígeno o sin él, dentro de las más comunes se encuentran los *Streptococcus sobrinus*, *S. mutans*, quienes poseen roles específicos en la cavidad oral y son capaces de fermentar carbohidratos y producir ácidos que llevan a la desmineralización del esmalte dental y generar caries y el exceso de bacterias patógenas puede ser un medio para producir enfermedades periodontales

7.1.1.3. Microbiota faríngeo

La faringe alberga principalmente una flora compuesta por *Streptococcus* α hemolíticos, quienes permiten el equilibrio del microbiota en esta región del tracto superior, las cuales son comúnmente encontradas y pueden ser tanto comensales normales como patógenos. En las fosas nasales se encuentran microbios de tipo cutáneo como *Staphylococcus epidermidis* y algunas especies de *Corynebacterium*, las cuales son características de la piel y pueden colonizar fosas nasales y sus alrededores; en esta fase se resalta *S. aureus* quien se encuentra en un 30% de individuos portadores sanos. A nivel faríngeo se encuentran diversas especies de *Moraxella*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Moraxella*, entre otros, también es muy común la colonización por la especie *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus* en preescolares. Por otra parte, predominan los anaerobios aislados en la faringe destacando especies como *Bifidobacterium spp.*, *Peptoestreptococcus spp.*, y *Actinomyces spp.* Además de los anaerobios también predominan los bacilos Gram negativos destacando a *Fusobacterium spp.* y *Bacteroides spp.*, quienes colonizan fácilmente estas áreas de la faringe. Por otra parte, la producción de componente orgánico en las criptas de las amígdalas reduce el potencial redox y favorece la proliferación anaerobia de manera significativa en este espacio. En ciertos individuos es sencillo que se lleve a cabo la colonización de *S. pneumoniae* y *Haemophilus influenzae* como portadora, sin causar afecciones; de igual manera se pueden encontrar especies no patógenas como *Neisseria* y *Streptococcus* β hemolíticos que no hacen parte del grupo A. La glotis es el área bacteriana limitante, es decir que no se pueden encontrar bacterias más allá de ella; Sin embargo, la flora orofaríngea tiene un rol en las patologías pulmonares que se desarrollan por el contacto con estos microorganismos y ocasionar alteraciones complicadas.

7.1.1.4. Microbiota de las mucosas

En áreas suficientemente húmedas y membranosas por causa de las mucosas, se encuentran microorganismos como estafilococos, estreptococos y parte de cocos Gram negativos inofensivos y poco comunes que pueden ingresar mediante la exposición al aire y al ambiente externo. Además, pueden coexistir microorganismos como *S. aureus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyogenes* como potenciales patógenos, aunque su proliferación es retenida por el microbiota normal y el trabajo del sistema inmune local. En contraste, el tracto respiratorio inferior tiene una interacción equilibrada entre la microbiota y las defensas y las bacterias son eliminadas mediante secreciones nasales y saliva por el empuje que genera el epitelio ciliado de las paredes.

7.1.1.5. Microbiota pulmonar normal

El sistema respiratorio está dividido según la anatomía en dos sectores uno bajo y otro alto, en individuos sanos sólo las fosas nasales y faríngeas (alto) alberga una flora bacteriana normal, estas estructuras están adaptadas para filtrar, calentar y humidificar el aire que inhalamos optimizando el paso a vías respiratorias superiores. La nariz por su cavidad nasal dividida por el tabique es la primera línea de defensa contra partículas y se reviste de pequeños cilios y glándulas productoras de mucosidad desencadenando un proceso activo y a su vez filtra los microbios que se encuentran en el tracto respiratorio. Esta mucosidad es rica en lisozima y lactoperoxidasas, actuando como barreras protectoras; los gérmenes al ingresar tienen contacto con el tejido linfoide del anillo de Waldeyer, y se hacen presentes mecanismos de defensas como la broncoconstricción y la tos como reflejos. Además, la mucosa respiratoria está enriquecida con inmunoglobulinas tipo A para controlar estos procesos.

El microbiota pulmonar, que está influenciada por diversos factores como el clima, la geografía, el entorno de vida y la exposición a animales domésticos, guarda semejanza con el microbiota digestivo. Sin embargo, es importante señalar que la composición del tracto respiratorio inferior (pulmones, bronquios) difiere significativamente de la del tracto

respiratorio superior (nariz, boca). Si bien su función exacta aún no está clara, el microbiota pulmonar podría proporcionar protección contra la inflamación inducida por alergias. Existen numerosos factores, tanto relacionados con el organismo como ambientales, que pueden disminuir la diversidad bacteriana y alterar el equilibrio del microbiota respiratorio. Esta disbiosis puede crear un entorno favorable para el crecimiento de bacterias u hongos patógenos, contribuyendo así al desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

7.1.1.6. Microbiota normal de la uretra anterior

El sistema urinario suele ser estéril excepto la parte frontal de la uretra, en lo que respecta la orina tiene propiedades germicidas debido a su arrastre y alta osmolaridad, que ayudan a mantener limpio el tracto urinario, junto con su pH ácido y cuando se produce la micción, las bacterias del perineo se eliminan de la uretra anterior; este mecanismo se utiliza para la recolección de urocultivos a mitad de camino para evitar la contaminación. En el género femenino, la mayor incidencia de infecciones urinarias puede explicarse en parte por la longitud más corta de la uretra y su proximidad a la región anal. Lo que lleva a determinar que las infecciones en esta área generalmente son causadas por microorganismos que primero infectan las áreas circundantes antes de ascender a lo largo de la vejiga o incluso los riñones. Algunas condiciones que predisponen a las personas a tales infecciones incluyen obstrucciones en cualquier nivel en el flujo de orina después de su formación por malformaciones o el uso de catéteres, entre otros factores y esta flora normal se encuentra habitada por bacterias del género *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacterias*.

7.1.1.7. Microbiota vaginal normal

Döderlein describió por primera vez en 1892 la composición normal de la flora normal vaginal observada en mujeres en edad para reproducirse, esta flora está muy influenciada por los niveles de estrógeno. La estimulación hormonal conduce al crecimiento de células epiteliales que almacenan glucógeno; *Lactobacillus* spp. Utiliza este glucógeno y produce ácido láctico como subproducto, lo que provoca una acidificación significativa de la vagina

y la inhibición de muchas bacterias. En este punto predominan las especies de *Lactobacillus* junto con otros bacilos Gram positivos, complementados con un número pequeño de cocos Gram positivos como *Streptococcus* spp. y *Enterococcus* spp., Actinomyces, Bacteroides (bacilos Gram negativos anaerobios), Enterobacteriaceae entre otras están presentes en pequeñas cantidades mientras que *Streptococcus agalactiae* también se puede encontrar en porcentajes variables.

La densidad de *Lactobacillus* en la flora vaginal aumenta a medida que avanza el embarazo; Sin embargo, los bacilos gramnegativos anaerobios y facultativos disminuyen por lo que tienen como objetivo reducir el riesgo de bacteriemia grave a lo largo del trabajo de parto y el período posparto, aunque la cantidad de levadura también puede aumentar y provocar síntomas con el tiempo. Aunque la enfermedad en las mujeres no es típica de *Streptococcus agalactiae* (grupo B), su presencia indica riesgos importantes para el recién nacido que conducen al desarrollo de enfermedades graves, ya que esto comprometería aún más la inmunidad del niño. Durante la prepubertad, la flora vaginal está compuesta principalmente por gérmenes de origen cutáneo y perineal como *S. epidermidis* y *Propionibacterium* spp., las levaduras también están presentes en cantidades mínimas junto con algunas enterobacterias y bacilos anaerobios gramnegativos. Para las mujeres posmenopáusicas, al cesar el estímulo hormonal la flora vaginal tiende a volver al patrón infantil observado en años anteriores.

7.1.1.8. Microbiota normal del estómago

El papel de la flora intestinal es vital, no sólo en el desarrollo de la mucosa intestinal sino también en diversos procesos metabólicos que involucran ácido fólico, biotina, vitamina B12 y otras sustancias como la vitamina K y E. La producción de inmunoglobulinas A, a través de la inmunotolerancia se debe en gran medida a la flora; Además, actúa como un importante estímulo antigénico que conduce además a ciclos enterohepáticos con fármacos como el cloranfenicol, que también contribuye significativamente a su actividad. Sin embargo, no se detiene ahí ya que éste también actúa como una barrera al llenar el espacio dentro de nichos ecológicos (impidiendo que otras bacterias potencialmente patógenas se establezcan) la

interferencia bacteriana, un concepto ilustrado de gran importancia. Las bacterias dentro de los intestinos no dependen simplemente de un arma, sino que también fabrican bacteriocinas, una clase de toxinas mortales para bacterias distintas a las de su propia especie, como se visualiza en la figura 48. Sin embargo, hay situaciones en las que las bacterias pueden liberarse de sus confines intestinales y entrar en la cavidad peritoneal debido a bloqueos mecánicos o perforaciones en el sistema digestivo; esto allana el camino para infecciones oportunistas o endógenas que podrían provocar enfermedades mortales.

Figura 48

Microbiota a nivel estomacal



Fuente: Eurecat, sf

7.1.1.9. Microbiota intestinal delgada

Intestino delgado: el duodeno hay un límite de crecimiento microbiano debido al mantenimiento del pH. La peristalsis es un mecanismo de gran importancia ya que permite mantener poblaciones bacterianas bajas. Por otra parte, la bilis tiene puede inhibir variedad de bacterias ya que contienen propiedades antibacterianas. Otras sustancias, como lo son las lisozimas y la IgA secretora, también ayudan a mantener un número mínimo a nivel microbiano. En el íleon es donde comúnmente el número de bacterias se y en la parte distal del intestino delgado, la flora tiene semejanza con las colonias bacterianas. A nivel del íleon terminal la concentración es de 10^6 a 10^8 bacterias/mililitro de contenido a nivel intestinal, predominando los anaerobios.

7.1.1.10. Microbiota intestinal gruesa

Las bacterias conforman el 40% de pesos de la materia fecal aproximadamente. Es probable que el incremento del contenido de bacterias se deba a una disminución de la peristalsis, lo que conduce a un aumento del pH hacia un valor fisiológico y a una disminución del contenido de agua. Los microbios que se encuentran en la flora llegan a una concentración que va desde 10^7 y 10^9 bacterias/ml al pasar a través de la válvula ileocecal, y las cifras alcanzan su punto máximo en el recto, donde hay alrededor de 10^{11} bacterias por ml, este medio intestinal se resalta como el ecosistema microbiano más grande y complejo del cuerpo, alojando un número mayor a 500 especies bacterianas distintas, coexistiendo con un predominio de gérmenes de tipo anaerobio. *Bacteroides* y *Fusobacterium* son los géneros principales entre los bacilos gramnegativos, y entre los cocos se encuentran *Veillonella*, *Peptostreptococcus*, *Sarcina*. Por otra parte, *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*, y *Clostridium* son ejemplos de bacilos Gram positivos.

Las bacterias del intestino muestran una gran cantidad de anaerobios facultativos, con las enterobacterias a la cabeza; entre ellos, *E. coli* es el miembro más destacado seguido de las especies *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, y *Citrobacter*. Los cocos grampositivos están conformados por especies de *Enterococcus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*. La colonización del intestino comienza en el nacimiento, en el caso de neonatos, los primeros microbios del sistema digestivo proceden del perineo y conductos vaginales de la madre. Por lo general, consisten en *E. coli*, *Klebsiella* spp., algunas especies de *Enterococcus* y, en pocas ocasiones se da lugar a especies de *Clostridium*; en lactantes también se pueden determinar *amamantados*, *Bifidobacterium* spp. La población de gérmenes aumenta cuando se introduce la alimentación artificial, tanto en número como en variedad. Durante el primer año del bebé, su flora intestinal sigue siendo similar a la de un adulto después de la infancia.

7.1.1.11. Microbiota de la mucosa bucal

En áreas de la cavidad bucal, a nivel superficial las mucosas se encuentran en exposición al flujo de la saliva, zonas donde se pueden adquirir microorganismos como *Streptococcus mutans*, quienes sobreviven en este tipo de ambiente formando colonias que se adhieren en superficies de las mucosas o se incrementan en la saliva y las velocidades aleatorias superan las provocadas por la saliva. Se cree que la transmisión de bacterias asociadas con la flora materna durante los dos primeros días de vida son los dos días críticos para la contaminación bacteriana de la cavidad bucal, por lo tanto, si se desarrolla un protocolo para evitar la transmisión de madre a hijo durante las primeras 48 horas, el microbiota adquirido se puede controlar y alterar, reduciendo así potencialmente la prevalencia de futuras caries.

Excluyendo a las encías y los labios, el microbiota de las mucosas está compuesta en su mayoría de cocos grampositivos anaerobios facultativos, particularmente *Streptococcus viridans*. Los labios están establecidos como la zona de transicional de la piel a la mucosa y estas son colonizadas por la microbiota cutánea de especies del género *Micrococcus* y *Cucurobacter* y especies *Staphylococcus epidermidis*; debido al efecto humectante de los labios, se detectan grandes cantidades en la saliva y la mucosa; Dorso de la lengua de *Streptococcus viridans*, quienes también dominan la mucosa bucal, siendo *Streptococcus mitis* el más destacado seguido de *Streptococcus sanguis* y *Streptococcus salivarius* también se lleva a cabo el aislamiento de otros microorganismos que se encuentran en la saliva; el paladar duro contiene una microbiota parecida a la de la mucosa yugal, esta microbiota es estreptocócica. Las bacterias típicas del tracto respiratorio superior se encuentran en el paladar blando, como *Haemophilus*, *Neisseria*, *Corynebacterium*, *Streptococcus pyogenes* y *S. viridans*. El microbiota gingival está estrechamente asociado con la placa coronaria lisa en la unión gingival.

Según investigaciones reciente, la mucosa bucal está dominada por varios phylos bacterianos principales: *Firmicutes* en especial los géneros *Streptococcus* y *Veillonellas*, proteobacterias destacando principalmente a *Neisseria*, bacteroides representados por *Prevotella* y *Actinobacteria* específicamente micrococcineae. Se ha destacado que la higiene bucal de las

superficies de las mucosas influye significativamente en la colonización de bacterias como *Treponema denticola* y *Fusobacterium nucleatum*.

7.2. Interacciones a nivel microbiano

Según lo mencionado por Carrillo (2014) el huésped se ve relacionado siempre con variedad de tipos de microorganismos, algunos de ellos incluso cuentan con características benéficas. Estos organismos con los que hemos desarrollado una estrecha relación se denominan microbiota.

Organismo Gnotobiótico: Organismos cuyos microbiomas se conocen. Es diferente de los organismos libres de gérmenes, como un feto dentro del útero.

Parásito: Organismo vivo que tiene como fuente de alimentación a un huésped. Los parásitos no siempre son patógenos

Virulencia: el nivel de patogenicidad que presenta el parásito.

El huésped proporciona un ambiente favorable para los microorganismos, sean considerados agentes patógenos o no. Sin embargo, cada región anfitriona cuenta con distintas. Los microorganismos se encuentran presentes en áreas que se encuentran en exposición al exterior en varias zonas del cuerpo: boca, piel, tracto genitourinario, intestinal e incluso el respiratorio, dan señales de patologías cuando estos se denotan en órganos más internos. Los seres humanos contamos con 400 m² superficie total de mucosa óptima para la proliferación microbiana.

Por otra parte, Tesauro (2013) describe las islas de patogenicidad como agrupaciones de elementos genéticos a nivel genómico de un organismo, en los cuales los genes tienen la capacidad de codificar factores de virulentos.

7.3. El agua como transmisor de variedad de enfermedades

Guzmán y Nava (2015) plantearon que el agua que no se encuentra en las condiciones adecuadas para ingerir puede ser un vehículo de transmisión de variedad de enfermedades que tienen graves consecuencias para la salud pública, como: cólera, tifoidea, hepatitis A, dengue, paratifoidea, malaria, etc. A nivel mundial, se estima que alrededor de 1,7 millones de personas mueren cada año por causa de la calidad deficiente y la falta de saneamiento e higiene del agua (3,1% de todas las muertes y 3,7% del total de años de vida ajustados en función de la discapacidad), principalmente debido a diarrea aguda. Los principales patógenos que afectan a niños con diarrea aguda en niños incluyen *Shigella*, *Rotavirus*, *Escherichia coli enterotoxigénica*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae* O1, entre otros, así como la probablemente *Aeromonas* spp, *E. coli enteropatógena*, *Vibrio cholerae* O139, *Bacteroides fragilis enterotoxigénicos*, *Cryptosporidium parvum* y *Clostridium difficile*. Estas enfermedades se pueden prevenir de manera fácil mediante la prevención de contaminantes y la cloración del agua.

7.3.1. Enfermedades transmitidas a través del agua

Tanto los humanos como los animales e incluso los desechos químicos pueden verse afectados por la contaminación de aguas y la producción de enfermedades, como se visualiza en la figura 49, en las cuales se incluye cólera, meningitis, polio, tifoidea, hepatitis, shigelosis y heces acuosas. De manera general, gran número de estas enfermedades tienen medidas de prevención con base a tratamientos críticos del agua antes de consumirla. Este tipo de enfermedades que se transmiten por el agua, tienen origen en organismos acuáticos los cuales cumplen su ciclo vital en este tipo de hábitats y la otra parte se presenta como parásito de animales, como por ejemplo la esquistosomiasis. La causa de estas enfermedades proviene en mayoría de varios tipos de helmintos, incluidos trematodos, tenias, ascárides e histioworms, conocidos colectivamente como helmintos, que infectan a los humanos. Aunque estas enfermedades se controlan y no suelen ser mortales, pueden ser el causal de que los seres humanos tengan dificultades para tener una vida normal y afectar sus capacidades laborales.

El agua, el saneamiento y la higiene tienen un impacto significativo en la salud en general, las enfermedades implicadas directamente con el agua incluyen aquellas causadas por algunos microorganismos y algunas sustancias de origen químico que se encuentran en mayoría en el agua tratada para el consumo humano; enfermedades como la esquistosomiasis, cuyo ciclo de vida es en la presencia de agua, la malaria, cuyo vector de transmisión está relacionado con torrentes de las mismas y otras lesiones; los causados por aerosoles que contienen microorganismos propagan enfermedades como la enfermedad del legionario.

Teniendo en cuenta lo dictado por la OMS, mediante la higiene, el agua aporta a la salud.

Las siguientes son enfermedades que se pueden generar:

- Anemia
- Arsenicosis
- Ascariasis
- Campilobacteriosis
- Cólera
- Toxinas cianobacterianas
- El dengue y el dengue hemorrágico
- Diarrea
- Fluorosis
- Enfermedad del gusano de Guinea (dracunculiasis)
- Hepatitis
- Encefalitis japonesa
- Intoxicación por plomo
- Leptospirosis
- Malaria
- Metahemoglobinemia

- Oncocercosis (ceguera de los ríos)
- Tiña (tinea)
- Escabiosis
- Esquistosomiasis

Figura 49 *Enfermedades transmitidas por el agua*



Fuente: Echavarría y Casanova, 2018.

7.4. Alimentos como transmisores de enfermedades

Según Álvarez (2013) la alimentación es un importante medio de transmisión de microorganismos que pueden ser los responsables de provocar infecciones e intoxicaciones. El período de incubación de estas afecciones suele ser corto (de 2 a 10 horas) y suele manifestarse como un síndrome gastrointestinal (Fig. 50). Dado que la dosis infecciosa mínima (DMI) para algunas de estas enfermedades es muy baja, es fundamental mantener una higiene estricta en los procesos de fabricación y de alimentos. Las enfermedades que son transmitidas por alimentos (ETA) se conocen como el conjunto de signos provocados por el consumo de alimentos, especies, ingredientes, bebidas que contienen suficientes cantidades de gérmenes patógenos y sustancias nocivas. Estas enfermedades identificadas como toxoinfecciones a nivel alimentario se clasifican de forma recurrente como infecciones cotidianas o intoxicaciones.

Infecciones transmitidas por alimentos: Las infecciones de transmisión alimentaria se generan cuando se consumen alimentos que contienen en su interior microorganismos vivos dañinos para el organismo, como bacterias, parásitos, virus; los ejemplos incluyen Virus de la hepatitis A *Salmonella spp*, *Trichinella spiralis*, entre otros.

Intoxicación generada por alimentos: se generan cuando se ingieren toxinas o venenos producidos por hongos o bacterias presentes en los alimentos, incluso si estos microorganismos ya no están presentes en ellos. Ejemplos de estas toxinas son las enterotoxinas, toxina botulínica y estafilocócicas.

Síntomas: Los síntomas de las ETA pueden demorar días e incluyen malestares estomacales, heces acuosas, vómitos y fiebre. En algunos casos, también pueden aparecer síntomas neurológicos, hinchazón de ojos, dificultades para evacuar la orina y visión borrosa, doble. La intensidad y permanencia de los síntomas dependen de factores como el número de bacterias o toxinas a nivel alimentario, la proporción de alimentos ingeridos y el sistema inmunológico de cada persona.

Figura 50

ETAS



Fuente: Pacios *et al.*, 2019.

7.4.1. Causas De las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS)

1. Razones biológicas: bacterias, parásitos, hongos, virus, algas.
2. Razones químicas: sustancias químicas incorporados en la producción de alimentos, productos químicos naturales del alimento.
3. Razones Físicas: cuerpo extraño.

7.4.2. Enfermedades alimentarias más comunes

Hepatitis: Se define como una inflamación a nivel del hígado, generada por infecciones de origen viral por el consumo excesivo de agua o alimentos contaminados y normalmente se halla en saliva, orina, heces, sangre de personas con patologías. Esta enfermedad puede causar malestar general, temperaturas altas, vómitos, ictericias de piel y ojos, entre otros.

Intoxicación por toxina de *Staphylococcus Aureus*: Los alimentos se ven contaminados por esta bacteria gracias a la errónea manipulación del hombre mediante heridas infectadas, secreciones y pus; al entrar en contacto directo con zonas infectadas con *Staphylococcus*, generan una contaminación instantánea

Botulismo generado por *Clostridium Botulinum*: es una intoxicación producida por las esporas de la bacteria que afecta generalmente a alimentos enlatados, embutidos o conservados de manera inapropiada

7.5. Factores intrínsecos y extrínsecos

Según lo mencionado por Valle (2011) existen factores intrínsecos y extrínsecos (**Tabla 4**), y son descritos como:

7.5.1. Factores intrínsecos: Son las características inherentes de los alimentos que afectan su susceptibilidad a la contaminación y las composiciones químicas y físicas de ellos, dentro de estos factores se encuentra: aw, pH, estructura del producto alimentario, nutrientes y potencial de oxidación

aw de ciertos alimentos: Se refiere a la cantidad de agua que dispone el alimento para los microorganismos, de manera que ellos puedan subsistir, estos suelen necesitar niveles mínimos de aw para poder multiplicarse; Por debajo de 0,87, se inhibe el desarrollo de ciertas bacterias y mayoría de levaduras, dando vía a la proliferación de mohos ya que es un ambiente óptimo para ellos. Productos frescos que requieren de refrigeración, necesitan un aw superior a 0,970, determinando de tal forma la corta vida de este tipo de alimentos y alimentos con baja actividad como harinas, azúcares o alimentos deshidratados son menos propensos a contaminarse.

PH o grado de acidez-alkalinidad: Influye en la actividad enzimática y la actividad microbiana ya que la mayoría de bacterias requieren de un pH neutro o ligeramente ácido para crecer; sin embargo, entre más acidez tenga el microorganismo, tiene mayor dificultad para desarrollarse. En el caso de las frutas están más propensas a ser infectadas por mohos y levaduras, mientras que los productos que requieren refrigeración son mayormente afectados por bacterias. El rango de multiplicación bacteriana, en cuanto a pH, comprende bajos potenciales de 4,5 y altos como 9, con un crecimiento óptimo que va desde 6,5 hasta 7,5.

Potencial redox: Es la capacidad que tiene el alimento para aceptar o donar electrones en reacciones químicas, lo cual influye de manera directa en la disponibilidad de oxígeno y otros compuestos para los microorganismos, afectando de tal forma sus metabolismos y retrasando e impidiendo su proliferación

7.5.2. Factores extrínsecos: Son aquellos que afectan al alimento desde el entorno externo al que se encuentra presente el microorganismo, dentro de ellos se encuentra:

Temperatura: La temperatura externa, mayormente regida en los almacenamientos, influye en la velocidad de crecimiento microbiano y se clasifican según temperaturas altas como mesófilo y termófilos y temperatura frías o bajas como psicrófilos y psicrótrofos

Presión: Es aplicada para procesamientos y conservaciones, preservando la calidad del producto al inhibir el crecimiento de microorganismos aerobios que requieren oxígeno para desarrollarse, además, en condiciones controladas se utiliza para procesos experimentales y de conservación regulando la optimización de las condiciones de crecimiento o actividad microbiana. Este factor se dio por investigaciones de Hite en 1899 con los efectos sobre la leche de la alta presión.

Tabla 4. Factores intrínsecos y extrínsecos



Fuente: Nieto (2016).

7.6. Aislamiento microbiano en entornos naturales

Teniendo en cuenta lo dicho por Álvarez et al; Los microorganismos, omnipresentes en la naturaleza en poblaciones puras, requieren de un aislamiento e identificación de cultivos puros que sean completamente viable para su caracterización; este proceso implica la separación específica de un microorganismo y otro en una muestra con base a un procedimiento que conlleva diluciones seriadas o siembra en medios de cultivos, los cuales deben estar en condiciones óptimas y de mantenimiento con el fin de que se mantenga el crecimiento microbiano y se puedan obtener colonias viables y visibles, para mantener sus futuras generaciones. En estas fases se aplican estrategias específicas de aislamiento con base a las condiciones requeridas por el microorganismo posterior a su identificación. Algunos de estos microorganismos se clasifican en:

Microorganismos acuáticos: El agua es vital para los seres vivos; sin embargo, son importantes y críticos en la salud y en los torrentes de agua ya sea dulce o salada, ya que los medios acuáticos son fuentes de transmisión para aquellos microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal, en humanos y animales, es decir, microorganismos entéricos. Debido a ello, los tratamientos de agua son críticos y rigurosos, pero a la vez presentan complicaciones debido al desarrollo volitivo bacteriano cultivable y el control de los mismos.

Microorganismos de suelo o tierra: El suelo está compuesto por una mezcla de minerales, que varían según las condiciones geográficas, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos; Estos minerales interactúan entre sí para determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que influyen directamente en la actividad microbiana y desarrollan roles importantes en la salud del suelo, adquisición de nutrientes y crecimiento vegetal.

Microorganismos de aire o ambiente: La atmósfera actúa como vehículo para la dispersión microbiana, el cual ocurre en distintas escalas, se puede presentar desde distancias cortas y llegar a sobrepasar el continente. Esta dispersión puede tener implicaciones significativas en diversas áreas en donde se ve implicada la sanidad humana, animal, vegetal e incluso afecta la economía e influye en la biodiversidad, estructuración y evolución microbiana.

7.7. Cultivos axénicos

Según Tuesta (2014) En la naturaleza, los cultivos axénicos compuestos por solo una especie de microorganismo que es originada por una sola célula son en su mayoría extraños, en entorno naturales acuáticos, terrestres y el cuerpo humano, predominan los cultivos en donde diversas especies coexisten en conjunto, es decir, cultivos mixtos. Sin embargo, bajo condiciones controladas en laboratorio es posible obtener artificialmente cultivos axénicos mediante regulaciones específicas, dado que los microorganismos están omnipresentes en la naturaleza, en las áreas de laboratorio y en toda la instrumentación utilizada. Para tener certeza de la pureza de un cultivo axénico se requiere de la erradicación de estos

microorganismos contaminantes. Para producir un este tipo de cultivos, el paso número dos consiste en agregar una sola célula microbiana en un medio de cultivo de composición líquida o sólida, este procedimiento permite aislar el microorganismo omnipresente y promover su crecimiento bajo condiciones controladas. Un clon se compone de células descendientes de un único microorganismo y una colonia se forma cuando el clon alcanza el tamaño suficiente para visualizarse en el medio en el que ha sido inoculado a nivel superficial. Para asegurar el continuo crecimiento y supervivencia microbiana, después de cierto crecimiento en un tubo, el microorganismo debe ser resembrado en un medio de cultivo; esta fase debe ser crítica y elaborada bajo condiciones específicas y controladas, de manera que no haya exposición a contaminantes ambientales.

Luego de que el cultivo se encuentra completamente puro, al obtenerse se debe conservar y propagar y de esta manera, los investigadores podrán genera más células del cultivo madre y trabajar con ellas. Los medios que se encuentran solidificados se hacen generalmente, agregando agar-agar a los medios líquidos. En los medios naturales como lo es, el agua, suelo o el cuerpo humano, se presenta la existencia de cultivos mixtos. En un cultivo mixto, existen variedades de especies en conjuntas, este tipo de cultivos axénicos se obtienen en laboratorios y se denominan cultivos axénicos o puros por la obtención de un tipo de microorganismo. Los cultivos puros se dan mediante colonias aisladas, lo que certifica que todos los individuos compartan la misma composición genética. Este tipo de cultivo puro son base para el estudio de las características e identificación certera de la variedad de microorganismos. De tal manera, el conocimiento sobre el mundo bacteriano y el funcionamiento de estas comunidades ha aumentado a lo largo del tiempo, lo que ha permitido establecer que este tipo de cultivos se presentan en condiciones no naturales, por ello, la fisiología de un microorganismo en ambiente natral y un microorganismo en cultivos puros suele ser diferente.

7.7.1. Proliferación de cultivos axénicos

Los cultivos puros, como se observa en la figura 51, contienen solo un tipo de microorganismo en el medio de cultivo; el cual se obtiene mediante el aislamiento de colonias, provenientes de una célula en particular. En los laboratorios se pueden obtener

cultivos axénicos de manera artificial. Este cultivo de alta pureza, al obtenerse se deber conservar y propagar y de esta manera, los investigadores podrán genera más células del cultivo madre y trabajar con ellas. Para que en un laboratorio se lleve a cabo un cultivo microbiano, primeramente, se debe preparar un medio de cultivo que puede ser sólido, líquido e incluso semisólido, los cuales deben proporcionar los nutrientes necesarios para un correcto desarrollo del microorganismo en estudio.

Figura 51

Cultivos axénicos



Fuente: Agrotendencia, sf.

7.8. Medios de cultivos químicamente definidos y no definidos

Medios definidos o sintéticos: Según lo afirmado por Gutiérrez y Predique (2008) afirma los medios de cultivo necesitan de una fuente enérgica que les permita impulsar el crecimiento microbiano, dentro de ellos se hace presente el nitrógeno, fósforo, azufre, carbono, los cuales contienen una proliferación orgánica que no es sintetizada por el microorganismo. Por otra parte, donde la composición química que se tiene es conocida, se clasifica como un medio de cultivo que se encuentra químicamente establecido.

Para llevar a cabo la preparación de estos medios de cultivos, se identifica su composición química, ya que deben tener componentes con pureza alta.

Medios de cultivo indefinidos: reciben el nombre de no definido cuando no es certero conocer la composición precisa del medio de cultivo, en este caso se usan medios indefinidos, de sustratos naturales o complejos, entre ellos se encuentra el Agar nutritivo los cuales se preparan en base a una mezcla de nutrientes como extracto de carne, levadura, peptonas,

agar-agar, entre otros. Estos medios de cultivo en particular no contienen una forma química en particular (Gutiérrez y Predique, 2008).

7.9. Medios de cultivos diversos

Tovar (2012) establece que los distintos medios de cultivo se denominan:

Cultivo líquido: Son soluciones acuosas también llamados caldos que contienen los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano. En este tipo de cultivo se transfiere el inóculo mediante una pipeta, un asa bacteriológica a un hisopo, en el cual la proliferación microbiana se detecta por la turbidez presente en el líquido debido al aumento celular, normalmente se presenta mayor crecimiento en las superficies o se distribuye en todo el tubo en forma de sedimento o película. Este tipo de cultivo presenta la ventaja de poder agitarse para incrementar la velocidad de crecimiento de microorganismos anaeróbios, además facilita la estandarización de la concentración del inóculo. Una de sus desventajas es que no se puede determinar un contaminante a simple vista

Medios semisólidos: Son medios de cultivo que se preparan en tubos y presentan una consistencia intermedia entre el sólido y el líquido y están diseñadas para proporcionar un soporte semirrígido que le permite el crecimiento microbiano. Para la utilización de este tipo de medios se realiza una siembra con asas recta o pipeta Pasteur, el cual requiere de una temperatura aproximada de 41 °C antes de agregar el inóculo. Estos medios suelen tener menor cantidad de agente solidificante que les otorga una textura gelatinosa y facilita la movilidad de los microorganismos

Medios sólidos: Son sustancias o matrices físicas generalmente gelificadas que están diseñadas para proporcionar un entorno nutritivo y óptimo, de manera que impulse la proliferación microbiana en condiciones de laboratorio. Estos medios contienen componentes específicos que permiten el crecimiento; primeramente, pasan por un proceso de elaboración según las indicaciones de la casa comercial y posterior a ello, está listo para permitir que los microorganismos se desarrollen en forma de colonias visibles y distintivas, facilitando su observación e identificación a nivel macroscópico.

8. BIBLIOGRAFÍA

Ángeles J. (6 de febrero de 2012). Glucólisis y respiración celular. Slideshare.com
Recuperado de:

https://es.slideshare.net/jesusangeles/gluclisis-y-respiracion-celular?from_action=save

Alarcón, P., González, M. y Castro E. (2016). Rol del microbiota gastrointestinal en la regulación de

la respuesta inmune. Revista Médica de Chile.

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000700013

Álvarez, M., Blandón L., Ceballos V., Mejía M. y Buriticá H. (s.f.) Aislamiento de Microorganismos en diferentes ambientes (Suelo, Agua y Aire). Pg. 1,2.

Arana, I., Maite, O., y Barcina, I. (s.f). Cálculo de los parámetros que definen el crecimiento bacteriano. Departamento Inmunología, Microbiología y Parasitología
Universidad del País Vasco/Euskal

Herriko Unibertsitatea. Recuperado de

https://ocw.ehu.eus/file.php/48/Tema_4._calculo_de_los_parametros_que_definen_el_crecimiento_bacteriano.pdf

Bastardo, Y. y Pedrique, M. (2008). Producción de energía en los microorganismos. Cátedra de Microbiología Facultad de Farmacia - Universidad Central de Venezuela
Recuperado de:

http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_4_Metabolismo.pdf

Berg J. M. Tymoczko J. M., y Stryer L. (2007). Bioquímica sexta edición (p. 521).

Barcelona-España. Editorial Reverté. Recuperado de:

<https://books.google.com.co/books?id=HRr4MNH2YssC&pg=PA521&lpg=PA521&dq=fuerza+pr>

[oton+motriz&source=bl&ots=LVyFE7Bpgy&sig=ACfU3U0KG240z19Mzhu-MscolhztJDjtjg&hl=es-](https://books.google.com.co/books?id=HRr4MNH2YssC&pg=PA521&lpg=PA521&dq=fuerza+proton+motriz&source=bl&ots=LVyFE7Bpgy&sig=ACfU3U0KG240z19Mzhu-MscolhztJDjtjg&hl=es-)

[419&sa=X&ved=2ahUKEwj7256c7f_pAhUtWN8KHZ6ND-](https://books.google.com.co/books?id=HRr4MNH2YssC&pg=PA521&lpg=PA521&dq=fuerza+proton+motriz&source=bl&ots=LVyFE7Bpgy&sig=ACfU3U0KG240z19Mzhu-MscolhztJDjtjg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj7256c7f_pAhUtWN8KHZ6ND-0Q6AEwFnoECAoQAQ#v=onepage&q=fuerza%20proton%20motriz&f=false)

[0Q6AEwFnoECAoQAQ#v=onepage&q=fuerza%20proton%20motriz&f=false](https://books.google.com.co/books?id=HRr4MNH2YssC&pg=PA521&lpg=PA521&dq=fuerza+proton+motriz&source=bl&ots=LVyFE7Bpgy&sig=ACfU3U0KG240z19Mzhu-MscolhztJDjtjg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj7256c7f_pAhUtWN8KHZ6ND-0Q6AEwFnoECAoQAQ#v=onepage&q=fuerza%20proton%20motriz&f=false)

Cabrera. (2017). La fermentación alcohólica. Recuperado el 7 de junio del 2020, Química general y laboratorio: <http://cabreramorenodj.blogspot.com/2017/02/la-fermentacion-alcoholica.html>

Cardellá R. L. (2007). Bioquímica Humana (pg. 116-123). La Habana: Editorial Ciencias Médicas. Recuperado de https://www.academia.edu/27192764/Bioquimica_Humana_1ed_Cardell%C3%A1.pdf

Cardellá R. L. (2007). Bioquímica Humana (pg.109-115). La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Recuperado de:

https://www.academia.edu/27192764/Bioquimica_Humana_1ed_Cardell%C3%A1.pdf

Carrillo, U. (25 de octubre 2014). Interacciones microbianas. Slideshare. Recuperado de <https://es.slideshare.net/urielcarrilloarroyo/interacciones-microbianas>

Cervantes, J., Orihuela, R., y Rutiaga, J. (26 noviembre 2017). Acerca del Desarrollo y Control de Microorganismos en la Fabricación de Papel. Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631001/html/index.html>

CEUPE (2020), Desarrollo microbiano. [Blog] Recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/desarrollo-microbiano.html>

Cnx Bio (22 de marzo 2018). División celular en procariontes. Recuperado de <https://cnx.org/contents/Kg1WOo7r@6/Divisi%C3%B3n-celular-en-procariontes>

Cuenca, B. (20 de mayo de 2016). Nutrición celular.Slideshare.com. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/BenitoCuenca/nutricin-celular-62216816>

Fields, D. (2019). ¿Cuáles son los organelos? News medical lifesciences. Recuperado de: [https://www.news-medical.net/life-sciences/What-Are-Organelles-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/What-Are-Organelles-(Spanish).aspx)

Gonzales, A. (2013). División celular. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Recuperado de: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema9/9-2mitosis.htm>

Guerrero R. y Berlanga M. (2009). La evolución y la microbiología (p. 105). AMBIOCIENCIAS. Departamento de Microbiología, Universidad de Barcelona. Recuperado de: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/2458/P%C3%A1ginas%20desde%20cDarwin-1-16.pdf?sequence=1>

Gutiérrez, S. y Predique, M. (2008). Cultivo de microorganismos. Recuperado de:
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_5_Cultivo.pdf

Guzmán, B. y Nava, G. (octubre 2015). Enfermedades Vehiculizadas por Agua-EVA e Índice de Riesgo de la Calidad-IRCA. Recuperado de:
<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacion%20SIVICAP/2015%20Enfermedades%20Vehiculizadas%20por%20Agua%202014.pdf>

Harvey, R. A. (2013). Fisiología (p. 12). thePoint. Barcelona-España. Recuperado de:
<https://elibro.net/es/ereader/biblioupc/125896>

Iáñez, E. (1998). Crecimiento a nivel de poblaciones. Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado de http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/14_micro.htm

Lago, V. B. (2018). Crecimiento bacteriano. Universidad de Oviedo. Recuperado de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-oviedo/microbiologia/apuntes/crecimiento-bacteriano/2708222/view>

López, I. (2020). Microbioma humano: un universo en nuestro interior. SE BBM. Recuperado de:
<https://www.sebbm.es/revista/articulo.php?id=500&url=microbioma-humano-un-universo-en-nuestro-interior>

López, I. (7 de octubre 2016). LUCA: el último ancestro común universal. microBIO. Recuperado de:
<https://microbioun.blogspot.com/2016/10/luca-el-ultimo-ancestro-comun-universal.html>

Madigan, M. et. al (2015). Brock. Biología de los microorganismos. (14a ed.) Pearson Educación. Tomado de <http://www.ebooks7-24.com/?il=5285>

Méndez A. (2011). Fermentación alcohólica. Recuperado el 7 de junio del 2020, La guía química:
<https://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion-alcoholica>

Montenegro, F. J. (14 de enero de 2015). Nutrición bacteriana. Slideshare.com Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/henrick91/nutricion-bacteriana-43531575>

Organización Mundial de la Salud. (s.f). Agua, saneamiento e higiene. Recuperado de:
https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/

- Peña, K. (2017). El hábitat de los microbios. Revista. Recuperado de:
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_2/PDF/HabitatMicrobios.pdf
- Raffino M.E. (2020). Respiración anaerobia. Concepto.de. Argentina.
 Recuperado de:
<https://concepto.de/respiracion-anaerobia/>
- Rivas C. (13 de diciembre de 2015). Tema 10. Microbiología, apuntes de microbiología. Docsity.com.
 Recuperado de: <https://www.docsity.com/es/tema-10-microbiologia-5/3260876/#:~:text=La%20torre%20de%20electrones.,y%20los%20m%C3%A1s%20positivos%20abajo>
- Serna A. Instituto tecnológico de Sonora (2009). Compuestos de alta energía. Slideshare.com Recuperado de: <https://es.slideshare.net/tango67/compuestos-de-alta-energa>
- Stanier, R., Ingraham, J., Wheelis, M., y Painter, P. (1992). Microbiología. Biosíntesis de peptidoglicano. (p. 151). Barcelona-España Editorial Reverté, S. A. Recuperado de
<https://books.google.com.co/books?id=2u-6Q2XCMDgC&pg=PA151&lpg=PA151&dq=bios%C3%ADntesis+de+peptidoglicano&source=bl&ots=4VmfrbvIMr&sig=ACfU3U2qDK0LGbkyb7aDhUa8S-rOZVWRRw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjbh5SYzPPpAhW0SjABHVQmBscQ6AEwF3oECAoQAQ#v=onepage&q=bios%C3%ADntesis%20de%20peptidoglicano&f=false>
- Tesauro, A. (2013). Islas de patogenicidad. Boletín agrario. Recuperado de:
<https://boletinagrario.com/ap-6,islasm+de+patogenicidad,3039.html>
- Totora., Funke y Case (2007). Introducción a la microbiología. (p.144). (9a ed.). Buenos aires: Editorial Medica panamericana. Recuperado de:
<https://books.google.com.co/books?id=Nxb3iETuwpIC&pg=PA144&dq=diversidad+metabolica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjd5OfjqfXpAhXxct8KHaQLDQE6AEIJzAA#v=onepage&q=diversidad%20metabolica&f=false>
- Tovar, C. (26 de septiembre de 2012). Técnicas básicas para el cultivo de microorganismos: siembra y

- estudio de bacterias. Recuperado de:
<https://conalepfelixtovar.wordpress.com/2012/09/26/tecnicas-y-metodos-de-aislamiento-y-seleccion-de-microorganismos/>
- Tuesta, H. (2014). Cultivo axénico. SCRIBD. Recuperdo de
<https://es.scribd.com/doc/110903216/Cultivo-axenico>
- Valenzuela, G. (3 de diciembre 2009). Fisiología microbiana. Slideshare. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/gabrielapazita/fisiologa-microbiana>
- Voet, D. y Voet, J. (2006). Bioquímica (pg. 829 – 856). Buenos aires-Argentina. Editorial Médica Panamericana S.A. Recuperado de:
https://books.google.com.co/books?id=r5bedH_aST0C&pg=PA829&dq=Fosforilaci%C3%B3n+oxidativa+o+cadena+de+transporte+de+electrones&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjIvezWq4LqAhXDI-AKHxgCBDoQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Fosforilaci%C3%B3n%20oxidativa%20o%20cadena%20de%20transporte%20de%20electrones&f=false

Referencias de las figuras

- Anmat (s.f.) Factores ambientales y crecimiento microbiano. [Figura]
<https://mascapitacioncrudosymarinos.wordpress.com/factores-que-influyen-en-la-supervivencia-y-crecimiento-de-microorganismos-en-los-alimentos/>
- Agrotendencia (s.f.). Cultivos axénico.[Figura] Recuperado de:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/glosario/axenico/>
- Agundez, L. (2009). Aparato de Golgi y lisosoma. [Figura] Recuperado de:
<http://luisangelagundezgavarain.blogspot.com/2009/>
- Álvarez, F. (2013). Transmisión de enfermedades por alimentos. [Figura]
 Recuperado de:
<https://prezi.com/ozxjwl9uqg9o/los-alimentos-como-vehiculos-de-transmicion-de-enfermedades/>
- Bastardo y Pedrique (2008). Respiración aerobia. [Figura] Recuperado de:
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_4_Metabolismo.pdf
- Bastardo y Pedrique (2008). Respiración anaerobia. [Figura] Recuperado de:
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_4_Metabolismo.pdf

- Benito, P. (25 de junio de 2015). Población microbiana. [Figura] Recuperado de: <http://urbinavinos.blogspot.com/2015/06/recuento-de-levaduras-brettanomyces-en.html>
- Cabello, C. (2015). Nutrición celular. [Figura] Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/4123558/>
- CSIC (2015). Microbiota en el cuerpo humano. [Figura] Recuperado de <https://twitter.com/csic/status/677832514115928064>
- Echevarría, C. y Casanova, W. (2018). Enfermedades transmitidas por el agua. [Figura] Recuperado de <https://mx.blastingnews.com/salud-belleza/2018/05/agua-contaminada-oms-la-salud-en-riesgo-para-dos-mil-millones-de-personas-002555005.html>
- Eurecat (s.f.). Microbiota del estómago. [Figura] Recuperado de: <https://eurecat.org/es/portfolio-items/microbiota/>
- Echevarría, C. y Casanova, W. (2018). Enfermedades transmitidas por el agua. [Figura] Recuperado de <https://mx.blastingnews.com/salud-belleza/2018/05/agua-contaminada-oms-la-salud-en-riesgo-para-dos-mil-millones-de-personas-002555005.html>
- García, Q. (2014). Nutrición bacteriana. [Figura] Recuperado de: <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/nutricion-bacteriana.html>
- García, S. (2013). Fisión binaria. [Figura] Recuperado de http://investiciencias.com/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=26
- Gonzales, A. (2007). Ciclo de Krebs. [Figura] Recuperado de: <http://www.biologia.edu.ar/metabolismo/met3glicolisis.htm>
- Gonzales, A. y Raisman, J. (2005). Glucólisis. [Figura] Recuperado de: <http://www.biologia.edu.ar/metabolismo/met3glicolisis.htm>
- Gonzales, A. (2002). Diagrama tridimensional del RE. [Figura] Recuperado de: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema9/9-1nucleo.htm>
- Gonzales, A. (2013). Citogénesis. [Figura] <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema9/9-2mitosis.htm>
- Gonzales, A. (2013). Mitosis. [Figura] Recuperado de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema9/9-2mitosis.htm>

- Gonzales, A. (2013). Núcleo. [Figura] Recuperado de:
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema9/9-1nucleo.htm>
- Gutiérrez, F. (2014). Microbiota de la piel. [Figura] Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/salazarfrg/infecciones-virales-y-bacterianas-de-la-piel>
- Hoyos, A. (2012). Torre de electrones. [Figura] Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/Pr1nc3zs/04-metabolismo-mg-08-09>
- Moreno, C. (2015). Adenosina trifosfato. [Figura]
Recuperado de:
<http://augustoamador.blogspot.com/2015/03/atp-molecula-de-energia.html>
- Oviedo, A. (2016). Membrana plasmática. [Figura] Recuperado de:
<https://sites.google.com/site/arianny2016biologia/bienvenidos/membrana-celular-y-potencial-celular>
- Pacios, S., Rodríguez R., Flores A., Chávez, M., Ramos, R., Segura, E., y Ilina, A. (2019). Enfermedades transmitidas por alimentos. [Figura] Recuperado de:
<http://www.cienciacierta.uadec.mx/2019/01/10/alternativas-para-el-control-de-bacterias-transmitidas-por-alimentos/>
- Rye, C., Wise, R., Jurukovski, V., DeSaix, J., Choi, J., & Avissar, Y. (2016). 4.3
Eukaryotic cell. [Figura] Recuperado de:
<https://openstax.org/books/biology/pages/4-3-eukaryotic-cells#fig-ch04-03-06>
- Roca, A. (2020). Proteína Fts y proteínas Mreb. [Figura] Recuperado de
<https://www.docsity.com/es/citoesqueleto-y-sus-partes/5315176/>
- Rojas, E. (2015). Biosíntesis de peptidoglucano. [Figura] Recuperado de
<https://www.slideshare.net/emmanuelrojas925/microbiologia-56254457>

Referencias de tablas

Alarcón et al; (2016). Evolución de la denominación de las comunidades de microorganismos. [Tabla].

Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000700013

Nieto, J. (2016). Factores intrínsecos y extrínsecos. [Tabla] Recuperado de:

<https://docplayer.es/12642782-Fisiologia-y-cinetica-microbiana-dra-maribel-plascencia-jatomea.html>

Referencia de las gráficas

García, Q. (30 de octubre 2014). Fases de la curva de crecimiento. [Gráfica] Recuperado de <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/curva-del-crecimiento.html>