

CAPITULO IV: RIESGOS BIOLÓGICOS EN EL RELLENO SANITARIO

4.1. RIESGOS BIOLÓGICOS DERIVADOS DEL MANEJO DE RESIDUOS EN EL TRABAJO

Se define al riesgo biológico como todos los microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de causar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad (Hernández, A NTP 802, pág. 1) en el ser humano, tales como, las bacterias, virus, hongos y parásitos y los agentes biológicos potencialmente infecciosos que estas células puedan contener y las toxinas que de ellos se pudieran derivar, así como los vectores muchos de los cuales son transmisores de enfermedades.

En los rellenos sanitarios existen condiciones de trabajo en los cuales por su exposición a los residuos sólidos pueden acarrear un riesgo biológico de producir enfermedades.

Aunque la actividad laboral en los rellenos no implica la minación de la basura, los trabajadores realizan sus actividades laborales expuestas a contaminantes biológicos. Estos contaminantes son aquellos agentes biológicos que cuando se introducen en el cuerpo humano pueden provocar en el mismo, un daño de forma inmediata o a largo plazo generando una intoxicación aguda o una enfermedad profesional al cabo de los años, motivo por el cual, es indispensable conocer sobre los principales contaminantes biológicos presentes en un relleno sanitario.

Es importante considerar que ningún ambiente laboral es completamente estéril y que en la mayor parte de nuestro tiempo estamos rodeados de bacterias, esporas de hongos, virus, etc., que se encuentran en el aire, agua y suelo, e inclusive algunos de estos agentes biológicos viven dentro de nuestro organismo como agentes saprófitos, como por ejemplo la *klebsiella* en el colon, la *cándida* en la mucosa vaginal, etc., sin causar ninguna alteración en nuestra salud. Dependiendo de la zona geográfica y de los cambios en el clima, éstos agentes se encontrarán en mayor o menor concentración, sin que todavía produzcan una enfermedad en el hombre, pues para que esto ocurra, se debe presentar alguna alteración en el sistema inmune o en las barreras físicas del organismo, que permitan que esa relación saprófita en ocasiones, se torne en una enfermedad. Es decir que, dependerá mucho de la capacidad inmunitaria del trabajador que maneja residuos sólidos en los rellenos sanitarios para responder adecuadamente con sus mecanismos de defensa inmunitarios, para que éste peligro no se materialice en una enfermedad adquirida por su actividad laboral. Durante la realización del trabajo en los rellenos sanitarios, el trabajador se encontrará con muchas amenazas para su salud, pues se podrá encontrar con desechos contaminados con bacterias resistentes y virus que perduren mayor tiempo en la interperie como en gasas, pañales, algodón, etc., pudiendo adquirirlos durante un accidente con un pinchazo con agujas, mismas que fueron desechadas por pacientes enfermos en sus hogares, agujas de insulina de pacientes diabéticos, jeringuillas de drogadictos, o simplemente pedazos de botellas de vidrio rotos o metales que se convierten en materiales corto-punzantes que pueden provocar una laceración o herida más profunda, exponiendo al organismo a enfermedades como el tétanos, entre otros. Como se puede notar, este tipo de accidentes no ocurren sólo en ambientes laborales como en los rellenos sanitarios, sino también en lugares donde existan estos instrumentos que conllevan a producir una puerta de entrada a los contaminantes biológicos.

4.2 VIRUS

Un virus es una entidad infecciosa microscópica que sólo puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos. Los virus infectan todos los tipos de organismos, desde animales y plantas hasta bacterias.

Los virus poseen un solo tipo de ácido nucléico de tamaño relativamente pequeño con respecto a otros agentes biológicos, rodeado por una cápside formada por numerosas copias de una proteína o de un número limitado de ellas. Algunos grupos de virus presentan por fuera de la cápside una envoltura lipídica de origen celular en la que se insertan glicoproteínas. No presentan sistemas enzimáticos propios, por lo que por sí solos no son capaces de replicarse y requieren para su propagación y mantenimiento de células animales, vegetales o bacterias para cumplir su ciclo de reproducción, lo que define su parasitismo celular obligatorio.

Durante el manejo de residuos sólidos, puede encontrarse un sinnúmero de tipos de virus que están contenidos en los residuos biológicos hospitalarios, presentes en gasas, jeringuillas, etc., o en otro tipo de desechos, cuando el reciclaje no es parte de la cultura de una población, pudiendo el trabajador tener contacto accidental con los mismos durante el manejo de residuos domésticos de pacientes enfermos que realizan sus terapias en su hogar; pañales, frascos de medicamentos, etc. Entre los principales detallaremos los siguientes a continuación.

4.2.1 Virus de la hepatitis

La palabra "**hepatitis**" significa inflamación del hígado y también se refiere a un grupo de infecciones virales que afectan el hígado. Los tipos más comunes son la hepatitis A, hepatitis B y hepatitis C. La hepatitis viral es la causa principal de cáncer de hígado y la causa más frecuente de trasplante hepático.

4.2.1.1 Hepatitis A

4.2.1.1.a Generalidades

La hepatitis tipo A es una enfermedad que se caracteriza por la inflamación aguda del hígado.

4.2.1.1.b Agente infeccioso

Es causado por el virus de la hepatitis A (HVA), un picornavirus, del cual se conoce un solo serotipo. No tiene cápsula pero si posee envoltura o cápside. El reservorio es el hombre, aunque puede ocasionalmente ser transmitida por otros primates en condiciones

experimentales. Es muy resistente al pH ácido (resiste en el estómago hasta 4 horas); a las bajas y altas temperaturas; al cloro; a los detergentes; a los agentes antivirales.

4.2.1.1.c Epidemiología

La hepatitis A es altamente endémica en todo el mundo, siendo más alta para las personas que trabajan un tiempo considerable en el campo y donde los alimentos se preparan en condiciones de saneamiento deficiente. La incidencia de hepatitis A en el Ecuador ha disminuido a lo largo de los años, pero la enfermedad sigue siendo común. Según las estadísticas del Ministerio de Salud Pública, se registraron en el año 2007 un total de 5.288 infecciones por hepatitis A. No existe cronicidad ni portación del virus. El 10% de los casos requiere hospitalización y en el 25% de los casos no se puede identificar la fuente de infección. (Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta)

4.2.1.1.d Modo de transmisión

El contagio es por la vía fecal-oral en un 95%. Luego de su replicación en el hígado, los virus son vertidos en la sangre y el intestino, lo que facilita su dispersión externa; con una concentración máxima en las heces entre 1 a 2 semanas antes del comienzo de los síntomas. Cuando los brotes provienen de una fuente común, el agua contaminada natural o de red, es un vehículo importante de transmisión

4.2.1.1.e Transmisión en los relleno

A través del contacto de secreciones biológicas como saliva en pañuelos, heces en pañales, manejo de aguas residuales, consumo de alimentos contaminados e inadecuadas medidas de higiene y conductas como comer en el puesto de trabajo.

4.2.1.1.f Presentación clínica

La infección por el virus de la Hepatitis A (VHA) puede ser asintomática, o puede presentar síntomas que van en rango de 1 a 2 semanas hasta presentarse como una enfermedad severa por varios meses.

Las manifestaciones clínicas incluyen una presentación aguda de fiebre, anorexia, náusea, dolor abdominal, seguido de pocos días de ictericia.

El periodo de incubación es de promedio de 28 días, con un rango de 15 a 50 días.

La presentación de los síntomas va de acuerdo a la edad de la persona. En los adultos no es una enfermedad crónica, aunque el 10% de personas infectadas podrán tener síntomas prolongados de hasta 6 a 9 meses¹.

4.2.1.1.g Diagnóstico y Tratamiento

La demostración de anticuerpos IgM contra el virus de hepatitis A (IgM anti-HAV) en el suero de los pacientes con infección aguda, establece el diagnóstico. Éste anticuerpo llega a ser detectable de 5 a 10 días después de la exposición. Si esta prueba de laboratorio no está disponible, la evidencia epidemiológica puede ayudar a realizar el diagnóstico junto con los síntomas clínicos, como la ictericia generalizada acompañada de alza térmica en algunos casos y en la exploración del abdomen, la palpación de hepatomegalia. No existe un tratamiento específico, es conservador. (CDC, Travelers' Health).

4.2.1.1.h Medidas de Prevención

Vacunas.-

Existen vacunas eficaces, seguras y bien toleradas que protegen contra la hepatitis tipo A. La vacuna comienza a actuar cuatro semanas después de haber recibido la dosis inicial. Todos los trabajadores de los rellenos deben estar vacunados contra esta enfermedad, de ser así, la inmunidad les protege para toda la vida y no existiría este riesgo biológico en su trabajo.

Educación y Medidas de Higiene en el trabajo.-

¹ CDC. Surveillance for acute viral hepatitis – United States, 2006. MMWR Surv Summ. 2008;57(SS02):1–24.

- Lavarse siempre muy bien las manos después de usar el baño y cuando se entra en contacto con sangre, heces, u otro líquido corporal de una persona infectada o sus residuos;
- Evitar los alimentos durante la realización del trabajo.

Equipos de Protección personal

Utilizar el equipo de protección personal al realizar la tarea, como la ropa de trabajo, guantes principalmente, para evitar el contacto directo con el virus al manejar los desechos sólidos.

4.2.1.2 Hepatitis B y C

4 .2.1.2.a Generalidades

El virus de la hepatitis B (VHB) constituye una causa frecuente de enfermedades hepáticas agudas y crónicas y es capaz de desarrollar a través de su integración en el genoma del hepatocito, un hepatocarcinoma. La Hepatitis C es una infección del hígado causada por el virus de la hepatitis C (HCV). Para el sistema inmune del organismo humano es difícil poder eliminarlo por lo que esta enfermedad llega a convertirse en crónica. Evitar la exposición de sangre en los rellenos sanitarios es la forma principal de prevenir la transmisión del virus de la hepatitis B (VHB) y el virus de la hepatitis C (VHC) en el cuidado de la salud. Sin embargo, la vacunación contra la hepatitis B y la gestión posterior a la exposición, son parte integrante de un completo programa para prevenir la infección por patógenos transmitidos por la sangre después de la exposición y son elementos importantes de seguridad en el trabajo.

4.2.1.2.b Agente infeccioso

La hepatitis B es causada por el virus de la hepatitis B (VHB), el cual pertenece a la familia de los Hepadnaviridae, un virus pequeño, circular y con DNA de doble cadena. La hepatitis C es causada por el VHC, un virus pequeño (50 nm), con envoltura y con una sola cadena de ARN. Pertenece a la familia Flaviviridae.

4.2.1.2.c Epidemiología

En Ecuador, se registraron 236 infecciones por hepatitis B en el 2007.

4.2.1.2.d Modo de transmisión

El VHB es transmitido a través de actividades que involucran el contacto con sangre o fluidos derivados de la sangre, como por ejemplo: manipulación de jeringuillas contaminadas, objetos cortopunzantes contaminados, algodones y gasas con sangre, entre otras, las mismas que se pueden encontrar accidentalmente un trabajador en los rellenos sanitarios. La hepatitis C se propaga por medio del contacto de sangre por vía parenteral. No es una enfermedad de transmisión sexual ya que no se transmite a través del semen como en el caso de la hepatitis B o el VIH-SIDA.

4.2.1.2.e Transmisión en los rellenos

Una exposición que podría poner en riesgo a los trabajadores de los rellenos sanitarios de contraer VHB, VHC o VIH .

Se define como una lesión percutánea (por ejemplo, un pinchazo o corte con un objeto afilado) o el contacto de las mucosas o piel no intacta (por ejemplo, la piel expuesta que está agrietada, erosionada, o lacerada por la dermatitis) con sangre, tejidos, fluidos corporales o de otros que son potencialmente infecciosos. Además de la sangre y los fluidos corporales que contengan sangre visible, semen y secreciones vaginales también son considerados como potencialmente infecciosos².

Las heces, secreciones nasales, saliva, esputo, sudor, lágrimas, orina y vómito no se consideran potencialmente infecciosos, a menos que contengan sangre. El riesgo de transmisión del VHB, VHC y la infección por VIH de estos fluidos y materiales es extremadamente bajo.

El riesgo de infección por el VHB se relaciona principalmente con el grado de contacto con la sangre en el lugar de trabajo. En estudios realizados, los pacientes que sufrieron lesiones por agujas contaminadas con sangre que contiene el VHB, el riesgo de desarrollar hepatitis clínica

² GERBERDING JL, Henderson DK. Management of occupational exposures to bloodborne pathogens: hepatitis B virus, hepatitis C virus, and human immunodeficiency virus. Clin Inf Dis 1992;14:1179--85.

si la sangre era positiva para el antígeno de superficie (HBsAg) y HBeAg, fue del 22% - 31%; el riesgo de desarrollar evidencia serológica de infección por el VHB fue de 37% - 62%.

En comparación, el riesgo de desarrollar hepatitis clínica de una aguja contaminada con HBsAg positivo, HBeAg negativa en sangre fue del 1% - 6%, y el riesgo de desarrollar evidencia serológica de infección por el VHB, el 23% - 37%³.

4.2.1.2.f Presentación clínica

El periodo de incubación de la Hepatitis B es de 90 días, con un rango de 60-150 días desde la exposición. Los síntomas clínicos incluyen fatiga, anorexia por alrededor de 1-2 semanas, vómito, dolor abdominal, rash dérmico, dolor de las articulaciones. La tasa de mortalidad por Hepatitis aguda es de aproximadamente del 1%. La infección crónica incluye cirrosis hepática y cáncer hepático.

4.2.1.2.g Diagnóstico y Tratamiento

El diagnóstico se realiza a través de los siguiente marcadores serológicos:

HBsAG	= Infección aguda o crónica
Anti-HBc-IgM	= Infección Aguda
Anti-HBs	= Inmunidad
Anti-HBc	= Marcador de prevalencia de infección
DNA-VHB	= Marcador de replicación viral ⁴

³ CDC, Updated US Public Health Service Guidelines for the Management of Occupational Exposures to HBV, HCV, and HIV and Recommendations for Postexposure Prophylaxis, June 29, 2001 / 50(RR11);1-42

⁴ MIGUEL A. Serra Desfilis. Virus de la hepatitis B. Servicio de Hepatología, Hospital Clínico Universitario de Valencia.

4.2.1.2.h Medidas de Prevención.-

Vacunas.- La eficacia de la vacunación y su rentabilidad se demuestra en una disminución de incidencia de la hepatitis B y esto se observa cuando se programa una vacunación generalizada de la población, si es posible combinándola con otras vacunaciones virales y bacterianas en un mismo vial, como ocurre para el virus de la hepatitis⁵.

Es importante incluir en el programa de vigilancia de la salud de los rellenos sanitarios la vacunación de todos sus trabajadores para evitar el contagio de esta enfermedad a través de la manipulación de desechos contaminados con sangre y fluidos de pacientes enfermos.

Educación y Medidas de Higiene.- Es indispensable la continua capacitación al personal de los rellenos sanitarios sobre los riesgos biológicos a los que están expuestos durante sus labores diarias. Mantener un cronograma de capacitaciones sobre la concienciación de las medidas de prevención de accidentes y el uso del EPP es indispensable.

Equipos de Protección personal.- El uso adecuado y continuo del EPP es importante en la prevención del contacto accidental con residuos que contengan sangre o fluidos contaminados para evitar la contaminación del organismo.

4.2.3 VIH – SIDA

4.2.3.1 Generalidades

La Organización Mundial de la Salud define al Sida, como una enfermedad infectocontagiosa de carácter grave, con una gran heterogeneidad de síntomas y signos clínicos, debido a la acción de un virus que una vez ingresado al organismo, ataca fundamentalmente su aparato inmunitario, disminuyendo sus defensas orgánicas, dejando vulnerable al individuo infectado a múltiples agentes infecciosos que pueden provocar su muerte.

⁵ LOK AS, McMahon BJ. Practice Guidelines Committee, American Association for the Study of Liver Diseases (AASLD). Chronic hepatitis B: update of recommendations. Hepatology. 2004;39(3):857–61

4.2.3.2 Agente infeccioso

El VIH es el nombre del virus causal de la enfermedad del sida. La palabra -VIH "Virus de Inmunodeficiencia Humana", se deriva de:

Virus: Agente etiológico causante de la infección.

Inmunodeficiencia: Este virus ataca el sistema inmunológico, en especial a los linfocitos T CD4+.

Humana: Este virus únicamente ataca a los seres humanos, no se ha reportado su acción en ningún animal.

El VIH pertenece a la familia de los Retroviridae y se conocen en la actualidad dos Virus HIV, el HIV-1 y el HIV-2, ambos atacan al aparato inmunológico invadiendo a los linfocitos T. Los retrovirus están constituidos por un ácido ribonucleico (ARN) que debe copiarse en ácido desoxirribonucleico (ADN) bicatenario para poderse integrar en el núcleo de la célula huésped; por lo tanto su material genético es ARN en la partícula viral y ADN cuando se encuentran en la célula que infectan.

4.2.3.3 Epidemiología

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2004 un estimado de 5 millones de nuevas infecciones con el VIH fueron diagnosticados en todo el mundo, un total de 3 millones de personas murieron de VIH / síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) relacionados con las causas, y hubo 40 millones de personas que viven con el VIH / SIDA. Según las estadísticas del Ministerio de Salud del Ecuador, en el año 1998 se registraron 145 VIH positivos, mientras que para el 2007, la cifra ha ascendido a 1858 casos positivos.

En el Ecuador, la epidemia se encuentra en fase concentrada con tendencia al crecimiento, observándose valores de ser prevalencia superiores al 5% en ciertos grupos vulnerables e inferiores al 1% en gestantes, la forma de transmisión sexual es la predominante con 96.9% de los casos reportados, lo que se relaciona estrechamente con la baja prevalencia de uso de condón que apenas alcanza al 1.5% de las mujeres en edad fértil y el incremento de las infecciones de transmisión sexual (ITS). El 2.6% de casos fueron producto de la transmisión madre-hijo y apenas el 0.2% por uso de drogas intravenosas. No se reportan casos de VIH/SIDA a causa de transfusiones sanguíneas⁶.

⁶ PNS. Ministerio de Salud Pública. Ecuador. 2009.

El notorio aumento de casos en nuestro país nos demuestra la necesidad de cumplir las medidas de seguridad en el trabajo durante la manipulación de desechos sólidos para evitar el contagio de esta enfermedad en nuestros trabajadores.

4.2.3.4 Modo de transmisión

Los Centros para el Control de las Enfermedades han informado que el VIH ha sido aislado en la sangre, semen, saliva, lágrimas, orina, líquido cerebroespinal, líquido amniótico, leche materna, secreciones del cuello del útero, y del tejido de pacientes infectados y de primates no-humano infectado experimentalmente. La piel (especialmente cuando hay rasguños, cortes, abrasiones, dermatitis, u otras lesiones), las membranas mucosas del ojo, nariz, boca y posiblemente el tracto respiratorio (tráquea, bronquios y pulmones) deberían ser considerados como una vía potencial para la entrada del virus. Las tres principales formas de transmisión son: a) Sanguínea: a través de intercambio de jeringuillas, transfusiones de sangre y/o hemoderivados no controlados, trasplante de órganos, tatuajes, diálisis y hemodiálisis. b) Sexual: por relaciones sexuales desprotegidas de personas de cualquier orientación psicosexual (causante de más del 75% de las infecciones por este virus en el mundo) y c) Vertical: es la transmisión del virus de una mujer portadora del VIH durante el embarazo, el parto y/o la lactancia materna a su hijo.

4.2.3.5 Transmisión laboral.- Riesgo de transmisión ocupacional del VIH

En estudios prospectivos, el riesgo medio de transmisión del VIH después de una exposición percutánea a sangre infectada con el VIH ha sido estimada en aproximadamente 0,3% (intervalo de confianza del 95% [IC] = 0,2% - 0,5%) (94) y después una exposición de la membrana mucosa, aproximadamente el 0,09% (95% CI = 0,006% - 0,5%) Aunque los

episodios de la transmisión del VIH después de la exposición de la piel no intacta han sido documentados⁷.

El riesgo promedio de transmisión por esta vía no ha sido cuantificado con precisión pero se estima que es menor que el riesgo de exposición a la membrana mucosa.

El riesgo de transmisión después de la exposición a los fluidos y tejidos distintos de la sangre infectada con VIH también no se ha cuantificado, pero es probablemente mucho más baja que para las exposiciones de la sangre⁸.

4.2.3.6 Presentación clínica

Fase asintomática, dura varios años, en algunos casos sobrepasa los 10 años, una alta carga viral progresa en la enfermedad.

Fase sintomática, el conteo de las células CD4 disminuye bajo los $0.35 \times 10^9/L$, la carga viral aumenta, lo que predice los síntomas, mismos que son inespecíficos, tales como: pérdida de peso, fiebre y diarrea persistente. Herpes zoster, candidiasis orofaríngea y dermatitis seborreica también son indicativas de respuesta inmune reducida.

SIDA, es definido como la infección con VIH con al menos uno de las enfermedades consideradas oficialmente como oportunistas. Las más comunes de éstas infecciones son por ejemplo: estomatitis fúngica, neumonía por *Pneumocystis jirovecii*, sarcoma de Kaposi, entre otros⁹.

4.2.3.7 Diagnóstico y tratamiento

Serología para VIH

⁷ CDC. Update: human immunodeficiency virus infections in health-care workers exposed to blood of infected patients. MMWR 1987;36:285--9.

⁸ HENDERSON DK, Fahey BJ, Willy M, et al. Risk for occupational transmission of human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) associated with clinical exposures: a prospective evaluation. Ann Intern Med 1990;113:740-6.

⁹ FINNISH Medical Society Duodecim. HIV infection. In: EBM Guidelines. Evidence-Based Medicine [Internet]. Helsinki, Finland: Wiley Interscience. John Wiley & Sons; 2007 Mar.

- La serología mediante el método de Elisa es el test indicado para detección de infección crónica cuando está disponible. Puede tener una especificidad y sensibilidad del 99 %.
- La prueba de Elisa debe ser confirmada con Western Blot.
- La prueba de Elisa tiene un porcentaje de falsos positivos del 2 %.
- WB: negativo = ninguna banda positiva ;
- WB positivo = gp120/160 +gp41 o gp24 + gp120/160 o p24 + gp120/160;
- WB indeterminado: cualquier otra banda presente.
- WB falsos: Son raros, incluyendo casos de auto anticuerpos, vacunación por VIH, error técnico.
- Inmunofluorescencia: es considerada una de las pruebas confirmatorias aceptadas en el país, requiere capacitación por ser una prueba operador dependiente¹⁰

4.2.3.8 Medidas de Prevención

Vacunas.- No existe hasta la fecha una vacuna aprobada por la Food and Drugs Administration (FDA), para la erradicación del VIH.

Educación y Medidas de Higiene

- Se debe utilizar guantes y un escudo facial para proteger también los ojos durante el manejo de los residuos sólidos.
- Capacitación continua en materia de Seguridad de manejo de residuos contaminados.
- Concienciar al personal sobre la epidemiología, clínica, modos de transmisión y prevención del VIH.

Equipos de Protección personal

Utilización obligatoria del Equipo de Protección Individual, en este caso, guantes durante la realización de las tareas en las cuales se vean involucradas el manejo de desechos contaminados.

¹⁰ MINISTERIO de Salud Pública del Ecuador. Programa Nacional de Prevención y Control del VIH /SIDA – ITS, Guía de Atención integral a PVVS, , 2007

4.2.4 Influenza virus

4.2.4.1 Generalidades

La infección por el virus de la influenza es una de las enfermedades infecciosas más comunes, es una enfermedad altamente contagiosa que causa una enfermedad febril y resulta en diferentes grados de síntomas sistémicos desde fatiga leve a falla respiratoria y muerte.

4.2.4.2 Agente infeccioso

La influenza resulta de la infección con 1 a 3 tipos básicos de virus: A, B o C, los cuales están clasificados dentro de la familia *Orthomyxoviridae*. Estos virus son estructural y biológicamente similares, pero antigénicamente diferentes.

4.2.4.3 Epidemiología

La Influenza A es generalmente más patógena que la influenza B. Existen más de 100 tipos de virus influenza A que infectan diferentes tipos de organismos vivos, como las aves por ejemplo.

4.2.4.4 Modo de transmisión

La infección ocurre después de la transferencia de secreciones respiratorias que proviene de un individuo infectado a una persona quien es inmunológicamente susceptible. Si no es neutralizado por los anticuerpos, el virus invade la vía aérea y las células del tracto respiratorio. Una vez que ha ingresado a las células se produce la disfunción y degeneración celular al mismo tiempo que se produce la replicación viral. Los síntomas sistémicos ocurren por los mediadores inflamatorios liberados en respuesta a la invasión. El periodo de incubación es de aproximadamente 18 a 72 horas.

4.2.4.5 Transmisión laboral

En lugares de trabajo donde el ambiente es muy cerrado, la ventilación es deficiente o el recambio de aire es precario, tienden a concentrarse la cantidad de virus que son expectorados por una persona infectada a través del estornudo o la tos. De esta manera, al estar los trabajadores en continuo contacto por sus actividades laborales o por la distribución cercana entre los puestos de trabajo, es muy común encontrar epidemias de influenza en determinados sectores laborales.

4.2.4.6 Presentación clínica

Los síntomas de este virus de la influenza H1N1 incluyen fiebre, tos, odinofagia, rinorrea, mialgias, cefalea, escalofríos, y/o fatiga y astenia. Se ha reportado también vómito y diarrea. Las personas más propensas a sufrir complicaciones graves debido a la influenza estacional incluyen a las personas de 65 años de edad o más, los niños menores de 5 años, las mujeres embarazadas y las personas de cualquier edad con afecciones crónicas (como asma, diabetes o enfermedades cardíacas) y las personas inmunodeprimidas.

4.2.4.7 Diagnóstico y Tratamiento.-

Durante la epidemia de influenza, es decir, cuando el virus está circulando por la comunidad, el diagnóstico de influenza debe ser considerado en personas inmunodeprimidas con fiebre y signos y síntomas respiratorios; niños con fiebre sin otros signos y síntomas, principalmente. El tratamiento se realiza con antirretrovirales a pacientes en condiciones especiales, como por ejemplo: niños no vacunados entre 12 a 24 meses; adultos con asma, enfermedad crónica pulmonar, enfermedades cardíacas, enfermedades inmunosupresoras, anemia, personas que requieren terapia con aspirina a largo plazo como la artritis reumatoidea y la enfermedad de Kawasaki; cáncer; personas mayores de 65 años, y personal de salud¹¹.

¹¹ IDSA Guidelines for Seasonal Influenza in Adults and Children CID 2009:48 (15 April) pág. 1003

4.2.4.8 Medidas de Prevención.-

Vacunas. La vacunación anual es la mejor manera de evitar contraer la gripe. Las vacunas contra la gripe contienen el virus muerto y se administra mediante inyección. Una nueva vacuna, se inhala en forma de aerosol nasal, la misma que contiene virus vivos debilitados. Esta vacuna se utiliza sólo en personas sanas de 5 a 49 años. Las vacunas contra la gripe suelen proteger contra tres cepas diferentes del virus de la influenza.

Se pueden administrar diferentes vacunas todos los años para mantenerse al día con los cambios en el virus. Cada año los investigadores tratan de predecir la cepa del virus que ataca anualmente en función de la cepa del virus que predominó durante la temporada de influenza o gripe y la cepa causante de la enfermedad en otras partes del mundo. Los subtipos que comúnmente son más prevalentes en humanos son H1N1 and H3N2¹².

Educación y Medidas de Higiene.- Es indispensable llevar dentro del programa de vigilancia de la salud en los centros laborales, un programa de capacitación sobre la influenza, tomando en cuenta las medidas básicas de higiene como son: lavarse las manos con jabón, evitar el contacto con las personas en caso de ser diagnosticado de influenza, no automedicarse, etc.

4.3 BACTERIAS

Son seres generalmente unicelulares que pertenecen al grupo de los protistas inferiores. Son células de tamaño variable cuyo límite inferior está en las 0,5 micras y el superior en las 5 micras. Las bacterias tienen una estructura menos compleja que la de las células de los organismos superiores: son células procariotas (su núcleo está formado por un único cromosoma y carecen de membrana nuclear). Igualmente son muy diferentes a los virus, que no pueden desarrollarse sino es dentro de las células y que sólo contienen un ácido nucléico. Las bacterias juegan un papel fundamental en la naturaleza y en el hombre: la presencia de una flora bacteriana normal es indispensable, aunque algunos gérmenes son patógenos. Análogamente tienen un papel importante en la industria y permiten desarrollar importantes progresos en la investigación, concretamente en fisiología celular y en genética.

Son los organismos más abundantes del planeta y pueden ser de carácter patógeno o no.

¹²CENTERS for Disease Control and Prevention. Accessed. Guidance for Clinicians and Public Health Professionals. April 27, 2009.

Generalmente poseen una pared celular, similar a la de plantas u hongos, pero compuesta por peptidoglicanos; muchos antibióticos son efectivos sólo contra las bacterias ya que inhiben la formación de esta pared celular, además muchas de ellas también poseen cilios o flagelos en su estructura. A continuación mencionaremos algunos tipos de bacterias importantes en el medio laboral.

4.3.1 Enterobacterias (enterobacteriaceae)

4.3.1.1 Escherichia coli

3.3.1.1.a Generalidades

E. coli es una de las especies bacterianas más minuciosamente estudiadas, y no solamente por sus capacidades patogénicas, sino también como sustrato y modelo de investigaciones metabólicas, genéticas, poblacionales y de diversa índole (Neidhardt, 1999).

4.3.1.1.b Agente infeccioso

“Forma parte de la familia *Enterobacteriaceae*” (Ewing, 1985). Ella está integrada por bacilos Gram negativos no esporulados, móviles con flagelos peritricos o inmóviles, aerobios-anaerobios facultativos, capaces de crecer en agar MacConkey y en medios simples con o sin agregado de NaCl, fermentadores y oxidativos en medios con glucosa u otros carbohidratos, catalasa positivos, oxidasa negativos, reductores de nitratos a nitritos, y poseedores de una proporción G+C de 39 a 59% en su DNA.

Se trata de bacterias de rápido crecimiento y amplia distribución en el suelo, el agua, vegetales y gran variedad de animales. En conjunto, la importancia de las enterobacterias en patología humana puede cuantificarse constatando que constituyen el 50% aproximadamente

de todos los aislamientos clínicamente significativos en los laboratorios microbiológicos, y hasta el 80% de todos los bacilos Gram negativos identificados¹³.

E. coli es la especie tipo del género *Escherichia*. Incluye gérmenes generalmente móviles, que producen ácido y gas a partir de la glucosa, la arabinosa, y habitualmente de la lactosa y otros azúcares. Producen reacción positiva de rojo de metilo, y negativa de Vogues-Proskauer. Son inhibidos por KCN e incapaces de crecer en medio con citrato como única fuente de carbono y energía, pero sí en caldo acetato. Son H₂S, ureasa y fenilalanina negativos, pero en general son indol positivos y decarboxilan la lisina. Se clasifican en más de 170 serogrupos O según las características antigénicas de su LPS, y en serotipos por la combinación de antígenos O y H flagelares. Otros antígenos presentes en distintas cepas (capsulares, fimbriales y otros) han sido empleados para su clasificación o identificación.

Como integrante de la flora normal del hombre y de muchos animales, se lo considera un germen indicador de contaminación fecal cuando está presente en el ambiente, agua y alimentos, junto con otros similares agrupados bajo la denominación de "bacterias coliformes". Estas son enterobacterias que pertenecen al género *Escherichia* y a otros relacionados como *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* o *Serratia*, y que tienen en común la capacidad de fermentar la lactosa en un lapso no mayor de 48 horas, con producción de ácido y gas. Son gérmenes de gran ubicuidad y capacidad de proliferación, y a la vez de fácil cultivo e identificación, y por lo tanto muy útiles como indicadores de contaminación, pero no son enteropatógenos como grupo (como tampoco lo es *E.coli*), y por lo tanto su presencia en alimentos, ambiente o pacientes no certifica la etiología de una infección intestinal.

E. coli puede ser causa de enfermedad endógena en pacientes debilitados o en situación de alteración de la pared intestinal (peritonitis, sepsis, etc.), pero las infecciones entéricas provocadas por este germen no son causadas por las cepas que habitan normalmente el intestino, sino por líneas especialmente patógenas en esta, que se transmiten por vía fecal oral de persona a persona o a través del agua y alimentos¹⁴.

¹³ ADACHI JA, Jiang ZD, Mathewson JJ, Verenkar MP, Thompson S, Martínez- Sandoval F, Steffen R, Ericsson CD, DuPont HL. Enteroaggregative *Escherichia coli* as a major etiologic agent in traveler's diarrhea in 3 regions of the world. Clin. Infect. Dis. 32: 1706-1709, 2001.

¹⁴ BREUER T, Benkel DH, Shepiro RL, Hall WN, Winnett MM, Linn MJ, Neimann J, Barrett TJ, Dietrich S, Downes FP, Toney DM, Pearson JL, Rolka H, Slutsker L, Griffin PM. A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections linked to alfalfa sprouts.

4.3.1.1.c Epidemiología

Las cepas de *Escherichia coli* patógeno entérico, y en particular los enteropatógenos clásicos (EPEC) son la causa principal de diarrea en los países pobres, y llevan a la muerte de cerca de un millón de niños por año, así como en nuestro medio las bacterias más frecuentemente asociadas con diarrea infantil.

Han sido reconocidas cinco tipos de *E. coli* productora de diarrea, cada tipo tiene una distinta fisiopatología. Son los siguientes:

- *E. coli* enterotoxigénica (ETEC)
- *E. coli* enterohemorrágica (EHEC)
- *E. coli* enteropatógena (EPEC)
- *E. coli* enteroinvasiva (EIEC)
- *E. coli* enteroagregativa (EAEC)¹⁵

4.3.1.1.d Modo de transmisión

La infección en los seres humanos generalmente ocurre por la ingestión de alimentos contaminados. No se transmite por el aire ni a través del contacto normal interpersonal, aunque la transmisión de persona a persona por la vía fecal-oral puede ocurrir. Los niños pequeños usualmente expulsan los organismos en sus heces durante una semana o dos después de haber rebasado la enfermedad, por lo que el contacto con pañales contaminados es un riesgo.

4.3.1.1.e Presentación clínica.

Las manifestaciones clínicas incluye la infección asintomática, la diarrea líquida, la diarrea con sangre, y complicaciones graves como la Colitis Hemorrágica, el Síndrome Hemolítico Urémico y la púrpura trombótica trombocitopénica PTT. La colitis hemorrágica se manifiesta por dolor abdominal y diarrea acuosa seguida de diarrea con sangre que se asemeja a una

¹⁵ ARCHANA Chatterjee, MD, PhD, Professor of Pediatrics, Medical Microbiology and Immunology, and Pharmacy, Division of Pediatric Infectious Diseases, Children's Hospital, Updated: Jan 8, 2009.

hemorragia digestiva baja, que se confunde y a veces se asocia con invaginación intestinal, y que cursa generalmente sin fiebre, sin elementos inflamatorios abundantes (leucocitos fecales) y con imágenes radiológicas características. “El SUH está definido por la tríada: anemia hemolítica, trombocitopenia y falla renal aguda, precedidas habitualmente por diarrea con sangre. Es una enfermedad sobre todo infantil, que aparece como casos esporádicos o brotes”.

4.3.1.1.f Diagnóstico y Tratamiento

El diagnóstico puede ser clínico, con la presentación de síntomas mencionados anteriormente, o de laboratorio. La Colitis hemorrágica puede ser diagnosticada por el aislamiento de la E. coli O157:H7 o las verotoxinas en las muestras de heces. La confirmación puede obtenerse con el aislamiento de E. coli del mismo serotipo en los alimentos sospechosos.

4.3.1.1.g Medidas de Prevención

La prevención basada en el conocimiento epidemiológico y la educación juega un papel primordial en el control de estas infecciones.

Educación y Medidas de Higiene.- La capacitación a los trabajadores acerca de la higiene en el trabajo, implementando e incentivando medidas como métodos del lavado de manos antes de comer, no comer en el puesto de trabajo, utilizar adecuadamente el equipo de protección personal, pueden disminuir la prevalencia de estas enfermedades por infección fecal oral de estas bacterias.

4.3.1.2 Salmonella Typhi

4.3.1.2.a Generalidades

Salmonella produce una enfermedad de origen alimentario conocida como salmonelosis, la cual se presenta en forma esporádica y en forma de brotes y es la causa más común de enfermedad transmitida por los alimentos (ETA) en diversos países.

4.3.1.2.b Agente infeccioso

Las salmonellas son bacterias gram-negativas, están envueltas por varias capas: la membrana externa, la pared celular y la membrana interna. La apariencia de las bacterias en el microscopio es de bacilos, o cilindros con puntas redondeadas. Las salmonellas son bacterias entéricas, de una sola especie, que ha sido denominada *Salmonella entérica*. Ésta, a su vez, está formada por siete subespecies, dependiendo de su capacidad para realizar diferentes reacciones bioquímicas. Esta subdivisión ha sido apoyada por varios métodos de hibridación ADN/ADN y métodos serológicos. Cada subespecie, a su vez, está subdividida en serotipos, de acuerdo al tipo de antígeno H u O.

El antígeno H está conformado por la proteína más abundante del flagelo, que es la estructura que permite el movimiento. Es así que se han descrito más de 2,375 serotipos de *Salmonella*, que finalmente pertenecen al mismo género en base a su gran identidad en el genoma, de 90% o más¹⁶.

Salmonella typhi es una bacteria anaeróbica facultativa, que puede en ocasiones sobrevivir en bajas condiciones de oxígeno. Además de los antígenos O y H, tiene en su exterior una cápsula de polisacáridos denominada Vi (por antígeno de “virulencia”). Estos bacilos no producen esporas. La mayoría de las cepas son móviles debido a que poseen flagelos que rodean a la célula. La *S. typhi* produce ácido a partir de glucosa, maltosa y sorbitol, sin la producción de gas; pero no fermenta la lactosa, sacarosa, la ramnosa y otros azúcares. Produce nitrito a partir de nitrato y también produce ácido sulfhídrico. Su temperatura óptima de crecimiento es de 37oC.

4.3.1.2.c Epidemiología

S. typhi causa la fiebre tifoidea en humanos, quienes son sus únicos hospedantes. La fiebre tifoidea prevalece principalmente en países en vías de desarrollo, donde normalmente significa

¹⁶ CALVA, E. *Salmonella typhi* y la fiebre tifoidea: de la biología molecular a la salud pública, Instituto de Biotecnología, UNAM

un reto a las autoridades en salud pública. El grupo etario más afectado es el de adultos jóvenes, e infantes¹⁷.

En Ecuador, según las estadísticas del Ministerio de Salud, se reportaron 6381 casos en el año 2005.

4.3.1.2.d Modo de transmisión

El período de incubación para *S. typhi* abarca de una semana a un mes, siendo principalmente de dos semanas, a partir de la ingesta de la bacteria proveniente de alimentos o agua contaminada. Se presume que *S. typhi* invade a través de las células M del intestino, las cuales forman parte del tejido linfoide o inmunológico. Sin embargo, debido a que no se han podido cultivar las células M en el laboratorio, los experimentos de invasividad de *Salmonella* se han realizado con células epiteliales y macrófagos, los cuales, además, constituyen otros eslabones en el proceso de invasión. No siempre ocurre la diarrea, pero generalmente hay ulceración. *S. typhi* se multiplica en el epitelio de la submucosa, después de lo cual entra en el torrente circulatorio y se disemina por el cuerpo. La multiplicación ocurre otra vez en el bazo y en el hígado, para que después la bacteria sea liberada en grandes cantidades al torrente sanguíneo. Esta septicemia o invasión generalizada puede confirmarse por el cultivo de la bacteria de la sangre, lo cual refleja una bacteremia. Este estadio de la infección, que puede durar 2 a 3 semanas, se caracteriza por una tos seca, alza térmica y cefalea intensa. La fiebre puede ser cíclica, es decir, la temperatura puede incrementarse por las tardes, acompañada de escalofríos, convulsiones y delirio. De hecho, el nombre de la enfermedad proviene del griego *typhus*, o “neblina o humo”, que probablemente se usó para describir enfermedades febriles que causan alteraciones mentales.

4.3.1.2.e Presentación clínica

La salmonellosis humana puede dividirse en dos síndromes:

¹⁷ OWENS, Michael. *Salmonella Infection*, Naval Medical Center Portsmouth, mayo 2010

La fiebre entérica, que incluye la fiebre tifoidea causada por *S. typhi*, y la fiebre paratifoidea que es patológica y clínicamente similar a la tifoidea pero con síntomas menos fuertes, causada por *S. paratyphi* A, B, o C. La fiebre entérica implica una infección sistémica, debido a la invasividad de la bacteria. 2) La gastroenteritis o envenenamiento por alimentos, la cual es la más común de las infecciones, causada por muchos serotipos. Este tipo de infecciones no es acompañada de una infección sistémica. Los serotipos más comunes en la salmonelosis no-tifoidéica son *S. typhimurium* y *S. enteritidis*. Puede también ocurrir una invasión sistémica sin gastroenteritis, sobre todo en individuos inmunocomprometidos. Asimismo, sobre todo para la fiebre tifoidea, puede establecerse la condición de portador asintomático.

4.3.1.2.f Diagnóstico y Tratamiento.- Estudios de laboratorio

Las pruebas serológicas para detectar *salmonella* carecen de sensibilidad y especificidad global y varía según la etapa de la infección. El diagnóstico de la infección por *Salmonella* se basa en el aislamiento del microorganismo infectante, éstos pueden tomar entre 3 a 7 días, siendo menor su sensibilidad luego de la primera semana de la enfermedad. Los resultados son positivos en un 50 a 70% de los casos y se considera como la primera opción práctica de diagnóstico. “La fiebre tifoidea se trata con antibióticos durante 5 a 7 días en los casos leves, y de 10 a 14 días en las infecciones severas” (Michael D Owens, 2010).

4.3.1.2.g Medidas de Prevención

Vacunas: Existen dos tipos de vacuna: Vacuna oral: contiene gérmenes vivos de *Salmonella typhi* Ty 21 y la vacuna de administración parenteral que contiene polisacáridos capsulares purificados del antígeno Vi. La vacuna oral se administra en tres dosis orales a días alternos. Se debe colocar refuerzos cada 3-5 años si persiste el riesgo. La vacuna Parenteral se coloca en una dosis vía intramuscular. Se coloca un refuerzo cada 3 años si persiste el riesgo. Una

dosis oral única, de cepa de *Salmonella typhi* podría estimular la respuesta inmune y podría brindar protección contra los patógenos múltiples¹⁸.

Educación y Medidas de Higiene.- está orientada en primer lugar al control y tratamiento de las fuentes de agua y de los sistemas de abastecimiento, a través de controles sanitarios apropiados, que garanticen su potabilidad.

4.3.2 Clostridium tetani

4.3.2.1. Generalidades

El tétanos es una intoxicación, que se manifiesta sobre todo por la disfunción neuromuscular, causada por la exotoxina tetanal (tetanospasmina), una potente exotoxina producida por *Clostridium tetani*.

4.3.2.2. Agente infeccioso

El *Clostridium tetani* es un bacilo anaeróbico Gram positivo. Durante el crecimiento vegetativo del organismo, no sobrevive en presencia de oxígeno, es sensible al calor y posee un flagelo que le provee con motilidad. A medida que la bacteria madura, desarrolla una endospora terminal, que le da al microorganismo su apariencia característica. Las esporas de *C. tetani* son extremadamente resistentes al calor y a la mayoría de los antisépticos. Estas esporas están ampliamente distribuidas en tierras fertilizadas y puede encontrarse también en la piel de humanos.

4.3.2.3. Epidemiología

El Tétanos es una enfermedad de distribución mundial, provoca al año más de un millón de muertos en el mundo, la mayoría de estas muertes en países en vías de desarrollo por la escasa

¹⁸ TACKET C Safety of live oral *Salmonella typhi* vaccine strains with deletions in *htrA* and *aroC aroD* and immune response in humans, 1997 February; 65(2): 452–456.

inmunización, contaminación de heridas en los medios agrícolas y rurales y administración de drogas. En el Ecuador se reportaron 13 casos en el año 2007. La presencia de esta enfermedad ha ido disminuyendo debido a los programas de vacunación existentes.

4.3.2.4. Modo de transmisión

El intestino de los caballos y otros animales, incluidos los humanos sirven de reservorio de la bacteria, lugares en los cuales habita como un microorganismo normal e inocuo. Las **esporas tetánicas** están diseminadas ampliamente en el ambiente, y pueden contaminar heridas de todos los tipos. Las esporas tetánicas se introducen en el cuerpo, a través de una herida punzante contaminada con tierra, polvo o heces de animales o del hombre, o en desgarros o quemaduras.

4.3.2.5. Presentación clínica

Los síntomas iniciales son el trismo, rigidez en el cuello y el abdomen, y dificultad para tragar. Los síntomas tardíos son los espasmos musculares severos, convulsiones tónicas generalizadas, y trastornos graves del sistema nervioso autónomo.

4.3.2.6. Diagnóstico y tratamiento

El tratamiento general se basa en interrumpir la producción de la toxina, controlar los espasmos musculares y administra las medidas de soporte necesarias. El tratamiento específico consiste en la administración intramuscular de inmunoglobulina antitetánica para neutralizar la toxina circulante antes de que se una a las membranas celulares de las neuronas. La enfermedad puede prevenirse mediante la inmunización con toxoide tetánico¹⁹.

¹⁹ PUBMED, Current concepts in the management of Clostridium tetani infection, Georgetown University School of Medicine, Jun 2008

4.3.2.7. Medidas de Prevención

La prevención del tétanos consiste en el desbridamiento de la herida principal. La profilaxis es efectiva con la administración de la vacuna antitetánica, que son 3 dosis de toxoide tetánico con o sin previas inmunizaciones, seguidas de dosis de refuerzo cada diez años.

Vacunas.- La Td es el refuerzo para los adultos, la misma que debe colocarse cada 10 años o después de una exposición al tétanos en determinadas circunstancias.

4.4 AGENTES BIOLÓGICOS OPORTUNISTAS

Los agentes biológicos oportunistas son todos los contaminantes biológicos que se encuentra normalmente en el organismo o en el medio ambiente sin causar enfermedad en el ser humano. En los rellenos sanitarios los trabajadores se encuentran expuestos a estos agentes biológicos a través del aire, el agua y el suelo, y solamente causarán enfermedad cuando las condiciones se tornen a favor de los contaminantes, es decir, los trabajadores presenten una alteración del sistema inmunológico, alteraciones de las barreras físicas como la piel con presencia de heridas, laceraciones, humedad; presenten una enfermedad crónica, entre otras. Se consideran a continuación los más relevantes para el estudio:

AGENTES MICÓTICOS:

- *Pneumocystis jiroveci* (*P.carinii*)
- *Candida* sp.
- *Cryptococcus neoformans*
- *Aspergillus*

PARASITARIOS

- *Toxoplasma gondii* (encefalitis toxoplásmica)
- Coccidios entéricos:
- *Cryptosporidium* sp.
- *Cyclospora* sp.
- *Isospora belli*
- Microsporidios
- *Strongyloides stercoralis* (estrongilodiasis masiva; larvas en secreciones bronquiales)
- *Sarcoptes scabiei* (escabiosis eritrodérmica o sarna noruega; galerías epidérmicas)

En las muestras tomadas de lixiviados se encontró una alta concentración de organismos potencialmente patógenos (1.3×10^6 UFC/ml) de los cuales se aislaron: *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia Alvei*, *Aerobacter hydrophila*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas putida* y *Pasteurella* spp.

4.4.1 Klebsiella

3.4.1.1 Generalidades

Dentro de sus especies, la ***Klebsiella pneumoniae*** es la más importante clínicamente, pues es una bacteria gramnegativa que desempeña un papel importante como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas.

4 .4.1.2 Agente infeccioso

Los microorganismos del género *Klebsiella* son bacilos gramnegativos inmóviles que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*. El género *Klebsiella* está formado por varias especies, entre las que se encuentran *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *K. planticola* y *K. terrigena*. Aproximadamente del 60 al 80% de los microorganismos del género *Klebsiella* aislados de muestras de heces y clínicas son *K. pneumoniae* y dan positivo en la prueba de coliformes termotolerantes. *Klebsiella oxytoca* también se ha identificado como microorganismo patógeno. Los miembros del género *Klebsiella*, típicamente expresan dos tipos de antígeno

en su superficie celular: un lipopolisacárido (antígeno O) y un polisacárido capsular (antígeno K). Ambos de estos antígenos contribuyen a la patogenicidad. “La variabilidad estructural de estos antígenos son la base para la clasificación en serotipos diferentes. La virulencia de todos los serotipos parece ser similar”.

4.4.1.3 Epidemiología

Klebsiellae está propagada en la naturaleza. En los humanos, pueden colonizar la piel, la faringe o el tracto gastrointestinal. También pueden colonizar heridas estériles y orina. *Klebsiella* puede ser considerado como flora bacteriana normal en algunas partes del colon y el tracto gastrointestinal y biliar. Se ha asociado su presencia en el tracto orofaríngeo en la intubación endotraqueal, pacientes inmunodeprimidos y durante el uso de antibióticos. *K. pneumoniae* y *K. oxytoca* son los dos miembros de este género responsable de la mayoría de las infecciones humanas.

Son patógenos oportunistas en el medio ambiente y en las superficies mucosas de los mamíferos. Los principales reservorios de infección patógenas son en el tracto gastrointestinal de los pacientes y las manos del personal del hospital. Los organismos pueden propagarse rápidamente, conduciendo a menudo a los brotes nosocomiales²⁰.

4.4.1.4 Modo de transmisión

Se han detectado *Klebsiella* spp. en pacientes de hospitales, estando la transmisión asociada con la manipulación frecuente de los pacientes o sus desechos en el caso de la manipulación de residuos. En raras ocasiones, *Klebsiella* spp. y, en particular, *K. pneumoniae* y *K. oxytoca*, pueden causar infecciones graves, como neumonía destructiva.

²⁰ EINSTEIN BI. Enterobacteriaceae. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin E, eds. Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. Vol 2. 5th ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2000: 2294-310.

4.4.1.5 Transmisión laboral

Klebsiella spp. está presente de forma natural en muchos ambientes acuáticos y pueden multiplicarse y alcanzar concentraciones elevadas en aguas ricas en nutrientes, como residuos de fábricas de papel, plantas de acabado textiles y operaciones de procesamiento de caña de azúcar. Estos microorganismos pueden proliferar en sistemas de distribución de agua, y se sabe que colonizan las arandelas de los grifos. También son excretados en las heces de muchas personas y animales sanos, y se detectan con facilidad en aguas contaminadas por aguas residuales.

4.4.1.6 Presentación clínica

La infección por *Klebsiella* causa una variedad de síndromes clínicos como: a) neumonía adquirida en la comunidad (en pacientes ancianos, adquiridas en el hospital generalmente), b) infección de vías urinarias, c) infección nosocomial, d) ocena, y e) colonización.

4.4.1.7 Diagnóstico y tratamiento

Klebsiella es resistente a múltiples antimicrobianos. El tratamiento depende del órgano o sistema que esté involucrado. En general, la terapia inicial de pacientes con bacteremia es empírico. Se incluyen las cefalosporinas de tercera generación como cefotaxima y ceftriaxona; carbapenémicos como imipenem; aminoglucósidos como gentamicina; y quinolonas. Estos antibióticos pueden ser usados solos o en terapia combinada

4.4.1.8 Medidas de prevención

Educación y medidas de higiene.- relevancia de su presencia en el agua de consumo:

No se considera que la ingestión de agua de consumo sea una fuente de enfermedades del aparato digestivo por *Klebsiella* spp. en la población general. Por lo general, los microorganismos del género *Klebsiella* detectados en el agua de consumo forman parte de

biopelículas y es poco probable que constituyan un riesgo para la salud. Estos microorganismos son razonablemente sensibles a los desinfectantes y se puede evitar su entrada en los sistemas de distribución mediante un tratamiento adecuado. Su proliferación en los sistemas de distribución se puede minimizar mediante estrategias diseñadas para limitar la formación de biopelículas, como el tratamiento para optimizar la eliminación del carbono orgánico, la restricción del tiempo de residencia del agua en los sistemas de distribución y el mantenimiento de concentraciones residuales de desinfectantes. *Klebsiella* es un microorganismo coliforme y puede ser detectado por los análisis tradicionales de coliformes totales²¹.

4.4.2 Hongos

4.4.2.1 Generalidades

Las infecciones fúngicas están causadas por la contaminación con hongos. Las esporas son la forma reproductora del hongo. Son muy resistentes a las influencias externas y pueden sobrevivir de forma casi invisible. Las condiciones necesarias para que un hongo crezca en una superficie son: existencia de esporas, base nutriente, humedad y temperatura entre 4 y 38°C. El ambiente está cargado de esporas de diversos hongos y por lo general, éstas flotan en el aire. Entre la amplia variedad de esporas que caen sobre la piel o son inhaladas hacia los pulmones, sólo algunas producen infecciones menores y sólo rara vez se extienden a otras partes del organismo.

4.4.2.2 Modo de transmisión

²¹ AINSWORTH R (ed.), 2004: Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems. IWA Publishing, Londres (Reino Unido), para la Organización Mundial de la Salud, Ginebra (Suiza).

Normalmente los hongos y las levaduras no son peligrosos, solo se presenta la enfermedad cuando el sistema inmune está comprometido.

4.4.2.3 Transmisión laboral

En la realización de una tarea en la que el trabajador esté expuesto constantemente a la humedad de alguna parte de su cuerpo, por ejemplo el uso de guantes de caucho como protección en actividades de limpieza, puede ser un medio para que se presente una infección por hongos.

4.4.2.4 Presentación clínica

Algunos tipos de hongos, como la *Candida*, suele vivir en la superficie del cuerpo. Estos habitantes habituales del organismo sólo ocasionalmente pueden causar infecciones locales de la piel, la vagina o la boca, pero muy rara vez producen más daño. En ciertos casos, no obstante, determinadas variedades de hongos pueden producir infecciones graves de los pulmones, el hígado y el resto del cuerpo. Los hongos tienen una tendencia especial a causar infecciones en individuos con un sistema inmunológico deficiente. Entre estas infecciones se encuentra la mucormicosis y la aspergilosis.

4.4.2.5 Diagnóstico y tratamiento

Debido a que muchas infecciones fúngicas se desarrollan lentamente, pueden pasar meses o años antes de que una persona se dé cuenta de que necesita atención médica. Estas infecciones pueden ser difíciles de tratar y el tratamiento suele efectuarse durante mucho tiempo. En la actualidad existen varios fármacos antimicóticos²².

²² MARTÍ SOLÉ, M.C. Calidad de aire interior: identificación de hongos, NTP 488, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Barcelona

4.4.3 Parásitos

4.4.3.1 Generalidades

Un parásito es aquel ser vivo que se nutre a expensas de otro ser vivo de distinta especie sin aportar ningún beneficio a este último. Este otro ser vivo, recibe el nombre de huésped u hospedador, a expensas del cual se nutre el parásito, pudiendo producir en algunos casos daño o lesiones. Una de las características comunes del parasitismo es que conlleva un intercambio de sustancias, que provocan en el hospedador una respuesta inmunológica. De esta manera, el parásito debe vencer la acción del sistema inmune del hospedador para tener éxito. Así, las interacciones antígeno-anticuerpo son más complicadas cuanto mayor sea la complejidad de los antígenos. Las células eucariotas poseen una gran cantidad de antígenos si las comparamos con las de bacterias o las de los virus.

4.4.3.2 Agente infeccioso

Según su morfología los parásitos pueden ser: unicelulares, móviles (trofozoito), tomar formas resistentes (quiste), organelas: con membrana, citoplasma (ectoplasma y endoplasma), vacuolas alimenticias y de excreción, mitocondrias, núcleo único. Los parásitos se alimentan por ósmosis y fagocitosis. Tienen una respiración aerobia y anaerobia. Se reproducen de manera sexual, por diferenciación se transforman en gametos o por conjugación; y la otra manera es asexual, por división binaria o múltiple.

4.4.3.3 Modo de transmisión

Pueden transmitirse directamente entre las personas o por vía transplacentaria como es el caso de la Toxoplasmosis. El principal mecanismo es el fecal – Oral a través de los alimentos, como las amebas, o por suelos contaminados como los ascariasis. O los artrópodos:

paludismo (transmitida por un insecto). Las principales vías de entrada son: digestiva, mucosas, cutánea y respiratoria.

4.4.3.4 Transmisión laboral

Se ha relacionado la presencia de: Helmintiasis, anquilostomiasis duodenal, anguillulosis con trabajos subterráneos, túneles, minas, galerías, trabajos en zonas pantanosas y arrozales. Enfermedades infecciosas o parasitarias transmitidas al hombre por los animales o por sus productos y cadáveres con trabajos susceptibles de poner en contacto directo con animales, vectores o reservorios de la infección o sus cadáveres y la manipulación o empleo de despojos de animales²³.

4.4.3.5 Presentación clínica

En pacientes sanos, los síntomas son indigestión, diarrea, dispepsia. Los síntomas dependen del parásito infectante.

4.4.3.6 Diagnóstico y Tratamiento

El diagnóstico serológico consiste en la detección de huevos, larvas o adultos de helmintos, así como la observación directa en heces de trofozoitos (forma vegetativa) o quistes de protozoos. Existen una gran cantidad de fármacos antiparasitarios. El fármaco que se seleccione dependerá del parásito a tratar.

4.4.3.7 Medidas de Prevención

- Control del reservorio y fuentes de infección

²³ ALONSO, Rosa. INSHT, NTP 545: Prevención del riesgo biológico en el laboratorio: trabajo con parásitos.

- Saneamiento del medio ambiente
- Higiene personal y de la vivienda
- Control higiénico alimentario
- Control de artrópodos y vectores
- Quimioprofilaxis (paludismo / desparasitación)

4.5 CLASIFICACION DE LOS RIESGOS BIOLOGICOS

Los agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

- Agente biológico del grupo 1: aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- Agente biológico del grupo 2: aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- Agente biológico del grupo 3: aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- Agente biológico del grupo 4: aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz²⁴.

4.6 VECTORES

La Organización Mundial de la Salud considera como vector a todos aquellos integrantes del reino animal que intervienen en la transmisión de enfermedades. En la práctica este concepto se limita a los artrópodos y roedores que toman parte en la transmisión, llevando el agente

²⁴ INSTITUTO Nacional De Seguridad E Higiene De Los Trabajadores. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo BOE n 124, de 24 de mayo, Pág. 8

etiológico desde el reservorio hasta el hombre susceptible de adquirir la enfermedad. El vector transmite la patología, actuando como hospedero intermediario, lo que diferencia este tipo de transmisión de otras, como por ejemplo: en las zoonosis, que son enfermedades transmitidas al hombre por un animal enfermo que constituye el reservorio de la enfermedad.

4.6.1. Clasificación

Existen dos tipos vectores:

Vectores biológicos: son aquellos en los que los agentes etiológicos se multiplica antes de ser transmitido a otro huésped.

Vectores mecánicos: son aquellos en que el agente etiológico no se altera ni se multiplica de modo importante dentro del vector o sobre él, sólo lo transporta, como las ratas o las moscas.

Los artrópodos vectores transmiten determinadas enfermedades, entre las cuales citaremos las siguientes:

Mosquitos:

- *Aedes aegypti*: dengue, fiebre amarilla
- *Anopheles*: malaria
- *Cúlex*: encefalitis, filariasis

Moscas: fiebre tifoidea, disentería bacilar

Pulgas: peste, tifus murino

Piojos: tifus epidémico

4.6.2 Algunas enfermedades transmitidas por roedores

Por su parte los roedores intervienen de distintas formas en la transmisión de enfermedades, a saber:

- Como vectores mecánicos: salmonelosis, helmintiasis
- Zoonosis: rabia, leptospirosis, triquinosis
- Por sus ectoparásitos (pulgas): peste, tifus murino

4.6.3 Mecanismos de transmisión de agentes etiológicos por los vectores

Los agentes causales de enfermedades pueden transmitirse de un vector al hombre sano por distintos mecanismos, como son:

- Por picadura, con introducción del agente en la corriente sanguínea del hombre (mosquitos)
- Por regurgitación (mosca doméstica en afecciones entéricas y la pulga en la peste)
- Por rascado de heces infectantes, con puertas de entrada como la piel, los ojos, la nariz o la boca (piojos, pulgas y triatomas)
- Por contaminación del susceptible con fluidos del organismo de los vectores infectados (piojos, en la fiebre recurrente)

4.6.4 Medidas de control de vectores

Son el conjunto de medidas que deben ser ejecutadas por los organismos, empresas y pueblo en general, a fin de lograr que la densidad de vectores disminuya a una magnitud tal que deje de ser un problema sanitario. Pueden clasificarse en dos grupos:

- Actividades extradomiciliarias: canalización , nebulizaciones, chapeo, control biológico con peces larvívoros, eliminación de desechos en solares yermos y obras sanitarias (entubamiento de zanjas, drenaje de zonas pantanosas).
- Actividades intradomiciliarias: verificación y tratamiento de criaderos de vectores en viviendas y locales.

4.6.5 Principales métodos de lucha contra los vectores

- Educación sanitaria
- Uso de medios físicos
- Uso de medios químicos
- Uso de medios biológicos

Un correcto programa de operaciones debe comprender acciones de educación sanitaria, reducción de focos, lucha química, control biológico y todos los demás procedimientos que propician la disminución de la población de vectores. Si no se intenta al mismo tiempo la eliminación de criaderos, los tratamientos con plaguicidas pueden dar resultados desalentadores.

4.6.6 Medidas de control de carácter permanente

Son las que garantizan la eliminación de los criaderos, entre ellas:

- Educación sanitaria
- Drenaje o relleno de zonas pantanosas
- Eliminación de desechos a la intemperie
- Evacuación sanitaria de los albañales
- Disposición sanitaria de desechos sólidos
- Almacenamiento correcto de los alimentos.

4.6.7 Medidas de control dirigidas al vector

- Saneamiento del medio, para la reducción o eliminación de criaderos de vectores o para privarlos de alimentos.

- Empleo de insecticidas y rodenticidas en programas o campañas, para la reducción del número total de vectores.
- Control de vectores infectados para evitar que se pongan en contacto con el hombre susceptible, mediante:
 - protección con mallas metálicas o plásticas para impedir la entrada de vectores infectados en las habitaciones
 - ropa protectora para impedir que los vectores infectados piquen a huéspedes no infectados
 - protección personal mediante el empleo de repelentes
- Prevención de la infección en los vectores, por medio de las siguientes medidas:
 - barreras fijas entre los huéspedes infectados y los vectores (mallas metálicas en las habitaciones, uso de mosquiteros por los enfermos y aislamiento o cuarentena de pacientes y sus contactos).
 - barreras químicas que impidan la infección del vector
- Empleo de trampas para controlar los roedores que puedan ser vectores o reservorios de enfermedades transmisibles.
- Control biológico de insectos y roedores (empleo de peces larvívoros, empleo de salmonellas y virus para provocar epidemias entre los roedores).
- Aislamiento contra los roedores: planchas de metal para reforzar la parte inferior de las puertas, rejillas en los tragantes, etc²⁵.

4.7 Método de evaluación de muestras de cultivos

El ser humano durante la realización de sus actividades cotidianas, se encuentra rodeado de un sinnúmero de variedades de agentes biológicos en su alrededor, estos agentes pueden convivir con los procesos de las personas y en otras ocasiones, pueden ser causa de enfermedades.

²⁵ OMS, “Artropodos y roedores transmisores de enfermedades”, Unidad 10.

Como se mencionó anteriormente, ningún medio laboral se encuentra libre de microorganismos, más aún, si el medio donde se realizan las tareas no lo requiere, como es el caso del relleno sanitario o de una metal mecánica, inclusive en una oficina, pues los procesos que allí se realizan no sufren cambios en presencia de agentes biológicos, pero sí pueden ser causa de algunos procesos infecciosos.

Para que un agente biológico se transforme en un contaminante biológico, se debe considerar el estado inmunitario de los trabajadores, pues si ellos se encuentran bajo un régimen de vigilancia de la salud adecuados, con un programa de vacunación programado, muy probablemente su inmunidad sea capaz de defenderse y evitar enfermedades.

Para poder demostrar los patógenos a los que los trabajadores se encuentran expuestos, se realizó un estudio microbiológico obteniendo muestras de las superficies de uñas y nariz, las cuales fueron llevadas a medios de cultivo para observar la concentración de los agentes biológicos presentes.

4.7.1. Elección del método de análisis

Dependiendo del objetivo de la medición se pueden distinguir tres aproximaciones a la misma: estudios generales, estudios de indicadores y estudios focalizados. El más frecuentemente utilizado en este tipo de investigaciones son los estudios generales. Los estudios generales son los que se realizan para conocer ampliamente los distintos agentes biológicos que puedan estar presentes. Sirven en estudios donde se desea conocer en forma general los patógenos cuando no se conocen con anterioridad cuáles agentes biológicos pudieran estar ligados a la actividad laboral. Los métodos más comúnmente empleados en la actualidad, son los basados en el cultivo de los microorganismos en medio gelatinoso (agar). Otros métodos son los que consisten en la observación directa al microscopio y los que evalúan la diversidad microbiana. (Hernández, Ana. INSHT, NTP 611)

4.7.2. Métodos

Los métodos que se vayan a utilizar dependerán del tipo y la forma en que los diferentes agentes biológicos puedan estar presentes: microorganismos íntegros, vivos y viables,

estructuras o componentes químicos y/o biológicos. Durante los procesos de aerosolización, suspensión en el aire, captación, transporte y análisis, los bioaerosoles están sometidos a la acción de distintas fuerzas y condiciones que pueden causarles daños con diferentes niveles de afectación, puede matarlos o simplemente desactivar un proceso metabólico que les impedirá, por ejemplo, su crecimiento en las condiciones de laboratorio. (Hernández, Ana. INSHT, NTP 611)A continuación, los principales métodos de captación y análisis de agentes biológicos.

AGENTE BIOLÓGICO	MÉTODO B	ANÁLISIS	DATOS OBTENIDOS
VIRUS	Impingers, Ciclones, Impactadores, Filtros	Cultivo celular	Concentración (n° -/m ³); Identificación.
		Inmunoensayo (Anticuerpo marcado con colorante)	Confirmación de presencia de un virus específico.
		Microscopio electrónico	Identificación.
		Pruebas genéticas. PCR	Confirmación de presencia de un virus específico.
BACTERIAS	Impactadores, Impingers, Ciclones, Filtros. Muestras de superficies	Microscopio/recuento	Concentración (células/m ³ o cm ² o g)
		Inmunoensayo (Anticuerpo marcado con colorante)	Confirmación de presencia de una bacteria específica.
		Pruebas genéticas. PCR	Confirmación de presencia de una bacteria específica.
		Cultivo	Concentración (ufc/m ³ o cm ² o g).
		Microscopio: Morfología,	Identificación (general).
		Tinción	
		Bioquímica	Identificación (específica).

Antígenos bacterianos	Polvo	Inmunoensayo (ELISA)	Concentración (µg/g).
Componentes de la pared bacteriana (Endotoxinas, Otros)	Filtros, Impingers, Polvo	Bioensayo (LAL)	Actividad biológica (UE/m ³ o g).
		Químico (CG-EM, HPLC)	Concentración (LPS, ng/m ³ o g; Ác. Murámico, µg/m ³ o g).
HONGOS	Impactadores, Impingers, Ciclones, Filtros. Muestras de superficies	Microscopio/recuento	Concentración (esporas/m ³ o cm ² o g). Identificación.
		Cultivo	Concentración (ufc/m ³ o cm ² o g).
		Microscopio/morfología	Identificación.
Levaduras (Ác. Grasos, Lípidos)	Impactadores, Impingers, Ciclones, Filtros. Muestras de superficies	Químico (CG)	Identificación.
Alergenos fúngicos	Polvo	Inmunoensayo (ELISA)	Concentración (ng o unidades/g).
Componentes de la pared fúngica	Filtros, Polvo	LAL, Inmunoensayo	Actividad biológica (glucano, unidades o µg/m ³).
		Químico (HPLC, CG-EM)	Concentración (glucano o ergosterol, unidades o µg/g)
Toxinas fúngicas	Impactadores, Impingers, Ciclones, Filtros. Muestras de superficies	Químico (HPLC, CG-EM)	Confirmación de la presencia de la toxina, Concentración (Toxina, ng/m ³ o g).
		Inmunoensayo, citotoxicidad	Confirmación de la presencia de la toxina, Detección de la actividad tóxica (sin identificación).
ENDOPARÁSITOS (Amebas)	Agua, Impactadores, Impingers	Cultivo	Concentración (n°-/m ³ o ml)
		Microscopio/morfología	Identificación.
		Inmunoensayo (Anticuerpo marcado con colorante)	Confirmación de la presencia de amebas específicas.
ALERGENOS / ANTÍGENOS	Polvo	Inmunoensayo (ELISA)	Concentración (alergeno/ antígeno, µg/g o unidades de alergeno/g o unidades de antígeno/g).
ÁCAROS	Polvo	Microscopio/morfología	Concentración (n°- de ácaros/g de polvo o por m ² de superficie muestreada), Identificación.
Alergenos de ácaros	Polvo	Inmunoensayo (ELISA)	Concentración (alergeno de ácaros, ng/g de polvo o por m ² de superficie muestreada).
Guanina	Polvo	CL, Colorimetría	Concentración (guanina/g de polvo o por m ² de superficie muestreada).
COVM	Adsorbentes, Bolsas de aire	Químico (CG.EM)	Concentración (compuesto, mg/m ³ , Identificación de compuestos.

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa.

ELISA: Ensayo Inmunoabsorbentes ligados a enzima.

LAL: Lisado de amebocitos del Limulus.

UE: Unidades de Endotoxina.

CG-EM: Cromatografía de gases - Espectrometría de masas.

HPLC: Cromatografía líquida de alta resolución.

LPS: Lipopolisacáridos.

CL: Cromatografía líquida.

COVM: Compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano.

TABLA 4.1. Agentes biológicos: análisis de las muestras (HERNÁNDEZ, Ana. INSHT, NTP)

4.7.3. Muestreo de materiales y superficies

Esta técnica tiene un interés especial puesto que permite determinar la posible contaminación por agentes biológicos de las materias primas, del polvo, de las propias personas, de los instrumentos de trabajo, las ropas, las manos, el mobiliario o los elementos de construcción que por sus características pueden convertirse en reservorios de agentes biológicos.

El análisis de superficies, de líquidos o del polvo es necesario, puesto que la simple medición ambiental puede, en ocasiones, dar como resultado la inexistencia de contaminación microbiológica, es decir, proporcionar falsos negativos. Este tipo de mediciones son importantes ya que permiten identificar los focos de contaminación que es uno de los objetivos fundamentales en la evaluación de la exposición a agentes biológicos. La detección de elevadas concentraciones de microorganismos en estas muestras puede eliminar la necesidad de realizar un muestreo ambiental cuando es clara la posible aerosolización de los contaminantes y por tanto la exposición de las personas a los mismos. En general, los métodos de captación de las muestras consisten en tomar una fracción del material, un volumen determinado del líquido, la aspiración del polvo contenido en un área determinada o el muestreo de una superficie. La precaución principal es que los contenedores en los que se recogen las muestras sean estériles para evitar posibles contaminaciones. Los métodos de ensayo dependerán de los agentes biológicos que se pretenda determinar y, al igual que en el caso de la medición de bioaerosoles, éstos se pueden dividir en: ensayos basados en el cultivo de las muestras, para detectar microorganismos viables y cultivables, y en ensayos no basados en el cultivo, por ejemplo: examen al microscopio, inmunoensayos, etc.²⁶

4.7.4. Medios de cultivo

Es uno de los sistemas más importantes en la identificación de agentes biológicos y sirven para observar su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el

²⁶ HERNÁNDEZ, A. Agentes biológicos: equipos de muestreo (I), INSHT, NTP 609

laboratorio. Para que esto suceda, se deben considerar una serie de condiciones, como la temperatura, la presión de oxígeno, la humedad, el pH y contener además los nutrientes necesarios para poder crecer adecuadamente y estar libre de contaminantes externos.

El agar es un elemento solidificante muy empleado para la preparación de medios de cultivos. No tiene efecto sobre el crecimiento de las bacterias y no es atacado por aquellas que crecen en él. Dentro de éstos existen algunos materiales que sirven como nutrientes, así tenemos a los hidratos de carbono, bilis, suero, sangre completa, entre otros. Los medios de cultivo también pueden contener colorantes como la violeta de genciana, el fenol, etc, que sirven para diferenciar diversas reacciones, como el pH, el tipo de bacterias, entre otros.

Existen varios tipos de medios de cultivo, dependiendo de la utilidad que se requiera. Así tenemos a los medios de cultivo líquidos, semisólidos y sólidos, que pueden ser utilizados en aislamientos primarios: sangre, suero, Hemoglobina, glutamina, u otros factores accesorios para el crecimiento de las bacterias (Agar Sangre, Schaeffer, etc); o en aislamientos selectivos: en los cuales se añaden sustancias que inhiban el crecimiento de ciertos grupos de bacterias, permitiendo a la vez el crecimiento de otras, como por ejemplo: MacConkey, Kanamicina-Vancomicina, etc.