

Estudio De Los Factores Biológicos Y Ecológicos En Las Enfermedades Tropicales  
Transmitidas Por Vectores

MONOGRAFIA

Esther Rodríguez Acosta

Estudiante

MSc. Espc. MV. Melissa Casadiegos Muñoz

Directora

Universidad de Pamplona

Especialización en Enfermedades Tropicales Transmitidas por Vectores

Pamplona, 2108

Estudio De Los Factores Biológicos Y Ecológicos En Las Enfermedades Tropicales  
Transmitidas Por Vectores

MONOGRAFIA

Esther Rodríguez Acosta

Trabajo presentado para optar al título de Especialista en Enfermedades  
Tropicales Transmitidas por Vectores.

Universidad de Pamplona

Especialización en Enfermedades Tropicales Transmitidas por Vectores

Pamplona, 2108

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>10</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1 PERIODO PREPATOGENICO</b>	<b>32</b>
2.1.1 Agente etiológico	32
2.1.1.1 La Fiebre Chikungunya	33
2.1.1.2 Dengue	33
2.1.1.3 Chagas	33
2.1.1.4 Zika.	34
2.1.1.5 Fiebre Amarilla	34
2.1.1.6 Leishmaniasis	34
2.1.2 Morfología	37
2.1.3 Infecciosidad	37
2.1.4 Patogenicidad	38
2.1.5 Virulencia	38
2.1.6 Inmunogenicidad	38
2.1.7 Variabilidad	38

2.1.8 Viabilidad	38
2.1.9 Hospedero o huésped	38
2.1.9.1 Especie	39
2.1.9.2 Raza	39
2.1.9.3 Sexo	39
2.1.9.4 Edad	39
2.1.9.5 Estado Fisiológico	40
2.1.9.6 Finalidad Zootécnica	40
2.1.10 Ambiente	40
2.1.10.1 Físico	40
2.1.10.2 Biológico	41
2.1.10.3 Socioeconómico	41
2.1.11 Puerta de Salida	42
2.1.12 Modo de Transmisión	42
2.1.12.1 Transmisión directa	43
2.1.12.2 Transmisión indirecta	43
2.1.13 Principales Vectores Y Enfermedades Que Transmiten	43
2.1.13.1 Mosquitos	44
2.1.13.2 Flebótomos	44
2.1.13.3 Garrapatas	45
2.1.13.4 Triatominos	45
2.1.13.5 Mosca tsetsé	45
2.1.13.6 Pulgas	45

2.1.13.7	Moscas negras	45
2.1.13.8	Caracoles acuáticos	46
2.1.13.9	Piojos	46
2.1.14	Puerta De Entrada Al Hospedero	46
<b>2.2</b>	<b>MEDIO AMBIENTE FACTORES EXTERNOS</b>	<b>47</b>
2.2.1	Nutrición	47
2.2.2	Agua Potable	47
2.2.3	Temperatura Del Aire	47
2.2.4	Humedad Del Aire	48
2.2.5	Sustancias Dañinas Contenidas En El Aire	48
2.2.6	Las Corrientes De Aire	48
2.2.7	Presión Barométrica	48
2.2.8	Las Precipitaciones	48
2.2.9	La Luz Y Los Rayos Solares	49
2.2.10	La Radioactividad	49
2.2.11	Reacciones Pos aplicativas	49
2.2.12	Enfermedades Intercurrentes	49
<b>2.2</b>	<b>LÍNEAS DE ACCIÓN</b>	<b>51</b>
2.3.1	Control Del Vector	51
<b>REFERENCIAS</b>		<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Efectos probables del cambio climático en la salud y sus posibles respuestas.	18
Figura 2. Representación gráfica de la historia natural de la enfermedad y los niveles de prevención.	30
Figura 3. Representación esquemática de la triada epidemiológica.	31
Figura 4. Representación esquemática de la cadena epidemiológica.	42

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Principales vectores de enfermedades y parásitos que las originan.	12
Tabla 2. Efectos del cambio climático sobre las enfermedades transmitidas por insectos.	24

## INTRODUCCIÓN

Colombia presenta gran número de condiciones biológicas, biogeográficas y climáticas (*Andrade, 1991*) propicias para albergar gran diversidad en flora y fauna, y una amplia gama de recursos naturales (*IGAC/IDEAM/MAVDT, 2010*). En el país las condiciones ecológicas, climáticas y epidemiológicas posibilitan la transmisión de variedad de enfermedades tropicales, además de la distribución de una variedad de especies de animales vectores y reservorios implicados en la transmisión (*OPS/OMS, 2014*). En conjunto estas condiciones hacen que en los últimos siete (7) años en el país, se presente un aumento de las diferentes enfermedades por cada 100.000 habitantes en las zonas de riesgo (*INS, 2008-2014*).

Algunas de las enfermedades infecciosas de mayor prevalencia en el mundo son muy sensibles a condiciones de variabilidad climática, principalmente a través de su influencia sobre los ecosistemas terrestres. Por ejemplo, la temperatura, la precipitación y la humedad tienen una fuerte influencia en la reproducción, la supervivencia y las tasas de picadura de los insectos que transmiten la Malaria, el Dengue y la Leishmaniasis, entre otras, así mismo, la temperatura afecta los ciclos de vida de los agentes infecciosos de las mismas. Además, el número de casos de dichas enfermedades incrementaron considerablemente durante la fase cálida del (El Niño) del evento climático El Niño-Oscilación del Sur (ENSO en inglés), (*Halkyer, N. O., & Costa, D. N. (2010)*).

La distribución de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) es determinada por una compleja interacción entre los factores ambientales y sociales. Varios estudios han evaluado los efectos potenciales del clima en la distribución e incremento de las ETV (*Giménez-Font, P. (2008)*), incluyendo enfermedades como la Malaria, y el Dengue, entre otras. Estos estudios responden a la creciente preocupación por el impacto del cambio climático en la salud humana, y

al hecho de que muchos aspectos biológicos de la transmisión de las ETV presentan procesos cuantificables que dependen de factores meteorológicos específicos (*World Health Organization WHO, 2012*).

De ahí parte la importancia de la revisión de los cambios, fenómenos e interacción de los mismos durante los últimos años, generando un aumento en la prevalencia de las enfermedades transmitidas por vectores.

## **CAPÍTULO I**

### **1. OBJETIVO GENERAL**

Exponer los factores biológicos y ecológicos predisponentes para las enfermedades tropicales transmitidas por vectores, en Colombia.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

Según Gutiérrez, M. J., & Herbosa, R., 2008 se consideran enfermedades tropicales aquellas patologías predominantemente infecciosas prevalentes en países situados en la zona intertropical con condiciones higienicosanitarias, socioeconómicas y ambientales deficientes. Estas condiciones permiten la creación de un hábitat adecuado para gran número de microorganismos, vectores y reservorios y albergan una extensa población con gran diversidad de características raciales, genéticas y culturales. El riesgo de infección dependerá de varios factores, dependiendo del tipo de agente, huésped, reservorio y mecanismo de transmisión (vectores); las principales vías de transmisión de las enfermedades tropicales son:

- Alimentos y agua: Fiebre Tifoidea, Cólera.
- Vectores: Paludismo, Fiebre Amarilla.
- Animales: zoonosis (Rabia, Brucelosis).

Es posible asimismo que la transmisión se produzca a través del aire, del suelo, de la sangre o por contactos sexuales.

Un vector es un organismo que transmite un parásito o microorganismo de un huésped a otro. Los vectores juegan un papel fundamental en la transmisión de un gran número de enfermedades tropicales. Muchos insectos son vectores hematófagos que ingieren el microorganismo causante de la enfermedad mientras se alimentan de la sangre de un huésped

infectado (humano o animal) y, posteriormente, lo inyectan en un nuevo huésped en el momento de otra toma de sangre, (Gutiérrez, M. J., & Herbosa, R., 2008). En la Tabla 1, se recogen los principales vectores de las enfermedades y los parásitos que las causan. El agua desempeña un papel fundamental en el ciclo vital de la mayoría de los vectores y la transmisión de enfermedades por vectores depende de la estación del año, ya que existe una relación directa entre las lluvias y la presencia de lugares de cría. La temperatura también influye, ya que limita la distribución de los vectores según la altitud y la latitud, (Gutiérrez, M. J., & Herbosa, R., 2008).

Tabla 1. Principales vectores de enfermedades y parásitos que las originan.

ENFERMEDAD	PARASITO	VECTOR
Dengue.	Flavivirus del dengue.	Mosquito <i>Aedes aegypti</i> .
Esquistosomiasis.	<i>Schistosoma mansoni</i> , <i>S. japonicum</i> .	Caracol de agua dulce.
Filariasis.	<i>S. haematobium</i> .	
Oncocercosis.	Arbovirus del genero <i>Flavivirus</i> .	Mosquito <i>Aedes aegypti</i> .
Tripanosomiasis africana.	<i>Tripanosoma brucei gambiense</i> y <i>Tripanosoma brucei rhodiense</i> .	Mosca tse-tsé.
Tripanosomiasis americana.	<i>Tripanosoma cruzi</i> .	Chinche triatoma.
Paludismo.	<i>Plasmodium falciparum</i> , <i>P. vivax</i> , <i>P. ovale</i> y <i>P. malariae</i> .	Mosquito <i>Anopheles spp.</i>

Fuente: Gutiérrez, M. J., & Herbosa, R., (2008).

Las infecciones en el hombre están íntimamente relacionadas con el medio ambiente, en especial aquellas transmitidas por vectores, aguas y alimentos. El cambio ambiental tiene un gran

potencial de selección de distintas enfermedades infecciosas, lo cual favorece la aparición de epidemias. A pesar de ello, establecer una relación directa causa-efecto, clima-enfermedad, no resulta sencillo debido a su condición multifactorial. Por ese motivo se han desarrollado distintos modelos epidemiológicos predictivos teóricos, con el objetivo de determinar el grado de sensibilidad de las distintas enfermedades a las variaciones climáticas y su relación con los brotes infecciosos para poder así implementar medidas preventivas, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

La adaptación del humano a su ambiente en toda su historia siempre ha constituido un reto continuo, de tal forma que en los inicios del siglo XXI la humanidad se encuentra distribuida en toda clase de climas y entornos. Sin embargo, hoy como nunca la temperatura del planeta está aumentando, de tal forma, que todos los ecosistemas se verán afectados, la vida estará sometida a condiciones extremas. La amenaza de las enfermedades infecciosas, va a estar latente en diversas formas y la dinámica epidemiológica deberá cambiar en mucho de su contenido. La temperatura media de la superficie terrestre ascendió 0.6 °C a finales del siglo XX y se ha estimado un aumento de 1.4 °C a 5.8 °C para el año 2100. Aun con la cifra mínima esto significa el mayor aumento de temperatura en los últimos 10,000 años. La principal razón es el proceso mundial de industrialización con sus fenómenos de combustión y el llamado «efecto de invernadero» con la emisión de gases como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, causantes de un aumento artificial de temperatura del planeta, y como consecuencia la modificación del clima de manera alarmante, el entorno ecológico y el hábitat humano. El decenio de los 90 ha sido el más cálido del último milenio y el año 1998 como el más caluroso registrado. La actual tendencia hacia el calentamiento global provocará sin lugar a duda cambios climáticos importantes y seguramente acompañados de la extinción de especies de vegetales y animales. Es probable que el ser humano

no se vea amenazado de esta manera, aunque es posible que afecte por mucho su salud. La variabilidad del clima y su impacto en los asentamientos humanos se encuentra en el fenómeno de El niño – Oscilación Austral, este es el ejemplo más conocido de variabilidad natural casi periódica del clima a escala anual. Se manifiesta por variaciones de la temperatura en el Océano Pacífico (El Niño) y variaciones de presión atmosférica sobre la cuenca del Pacífico (Oscilación Austral) con efectos sobre el estado del tiempo mundial. Los episodios del Niño suceden a intervalos de entre dos y siete años, sus consecuencias van acompañadas de sequías severas y crecidas de agua. A diferencia del cambio climático que tiende a ser permanente. Como resultado de estos escenarios climáticos, estudios de tipo epidemiológico se han creado para enfermedades transmitidas por vectores y que pueden ser tomados en cuenta como modelos de cambio climático a escala global y servir para tomar las medidas de control epidemiológico necesarias, *(Meléndez, E., 2008)*.

El cambio climático es un fenómeno emergente con una distribución no equitativa, ya que los mayores riesgos los padecen las poblaciones más pobres, que son las que menos contribuyen en la emisión de gases generadores del efecto invernadero. Un ejemplo de ello es que la emisión en EE.UU., es 7 veces mayor que en China y 19 veces mayor que en África. El aumento de la temperatura están acompañadas, inundaciones y sequías que afectaron la fauna y flora mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que los efectos del cambio climático iniciado en 1970 fueron los responsables del aumento de 150. 000 óbitos para el año 2000, cifras que aumentarían en el futuro, principalmente en las poblaciones más vulnerables. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático agrega que los motivos que generaron el calentamiento en los últimos 50 años se relacionan fundamentalmente con las actividades del hombre, *(Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012)*.

Hace más de diez años la mayor parte de los países del mundo se adhirieron a un tratado internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1997, se le adiciona después el Protocolo de Kioto. Desde 1998 un grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático ha examinado las consecuencias de este cambio, entre otros el impacto en las enfermedades infecciosas. Consideremos que los efectos del cambio climático a nivel global inciden en la compleja interacción entre el huésped y el agente infeccioso. Para los humanos los cambios en el ambiente pueden desatar la inmigración y con ellos iniciar nuevos patrones de distribución de enfermedades. La migración humana afectaría a los actuales asentamientos humanos y a la infraestructura de salud pública existente en los países. Este escenario puede ser empeorado por la desnutrición, debido a la pérdida de cosechas y generación de hambrunas con la consecuente predisposición del huésped a la infección. No ha sido posible cuantificar el riesgo exacto de las consecuencias del cambio climático en relación a enfermedades infecciosas, este impacto depende de la compleja interacción entre el huésped y el agente causal. Algunos efectos en la salud son conocidos como consecuencia de desastres en los ecosistemas naturales, por ejemplo, una condición climática alterada puede cambiar el hábitat de vectores tales como los mosquitos, ratas y diversos parásitos que acarrean agentes patógenos. El efecto del cambio climático en la salud dependerá también de la capacidad de respuesta del humano y de los sistemas de salud pública que se implementen. Muchos esfuerzos en medicina preventiva deberán realizarse con tiempo, es sabido que las enfermedades infecciosas no transmitidas por vectores, tales como la Salmonelosis, Cólera, Giardiasis, pueden surgir de manera importante bajo estas circunstancias. Sin embargo, una categoría especial de enfermedades infecciosas, las transmitidas por vectores deberán ser la gran preocupación de América Latina, porque tienen un entorno tropical y subtropical muy extenso, sus habitantes

están expuestos a un número de enfermedades típicas de la zona. Muchas comunidades viven en la pobreza con una desnutrición prevalente y una exposición crónica a agentes infecciosos, (Meléndez, E., 2008).

La comprensión e interpretación de la interrelación entre el cambio climático con las enfermedades infecciosas requieren un conocimiento multidisciplinario, tanto médico como de biología, entomología, antropología, astronomía, geografía, ciencias exactas. La atmósfera que rodea al planeta es la que permite mantener la temperatura ideal para la vida. Está constituida por 5 capas concéntricas de gases, formadas por nitrógeno y oxígeno como componentes principales, que filtran las radiaciones solares. La capa más baja es la “troposfera”, donde se genera la temperatura de la superficie de la tierra. Está compuesta en mínimas cantidades (1%) por gases denominados “de invernadero”, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano, óxido nitroso, entre otros, que son producidos naturalmente y gases industriales fluorados como hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, generados artificialmente. En pequeñas concentraciones, estos gases son vitales para mantener a la tierra dentro de temperaturas viables, (Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012).

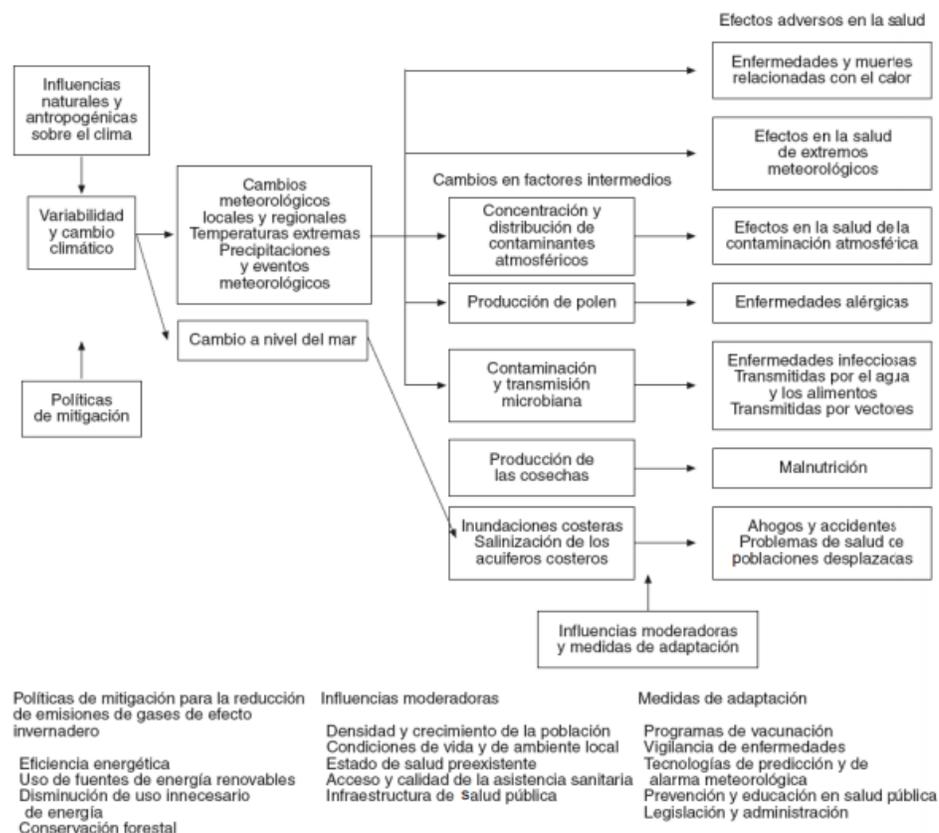
El aumento de la temperatura media del planeta, con olas de calor, sequías, inundaciones, catástrofes y aumento del nivel del mar por deshielos polares. El cambio climático significa la alteración de los sistemas ecológicos y biofísicos de la tierra, que se manifiestan por los cambios en la capa de ozono, pérdida de biodiversidad, daños en la producción alimentaria terrestre y marina, disminución de las fuentes de agua potable, y aumento de la contaminación ambiental, (Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012).

Cambio climático y salud pública tiene implicancias sobre la salud pública, principalmente en grupos con mayor vulnerabilidad, como inmunocomprometidos, ancianos, niños, enfermos

cardiovasculares y aquéllos con menores ingresos Figura 1. Los efectos en la salud relacionados con el cambio climático pueden ser tanto directos, como las olas de calor, o indirectos, a través de cambios en los vectores, calidad de las aguas y alimentos, lo cual favorece la aparición de enfermedades, como:

- 1) Aumento de morbimortalidad en relación a la temperatura, como la ola de calor registrada en el año 2003 con un exceso de 25 700 defunciones en Europa.
- 2) Incremento en el nivel del océano, con inundaciones de zonas altamente pobladas y productivas y consecuente movimiento migratorio forzoso con dificultades de acceso al agua potable y alimentos.
- 3) Efectos en la salud relacionados con eventos meteorológicos extremos (tornados, tormentas, huracanes y precipitaciones extremas), con consecuencias tanto directas como indirectas, por consumo de aguas contaminadas.
- 4) Contaminación atmosférica, con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
- 5) Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos.
- 6) Enfermedades transmitidas por vectores.

FIGURA 4. Efectos probables del cambio climático en la salud y sus posibles respuestas



Ballester F, et al. Cambio climático y salud pública: escenarios después de la entrada en vigencia del Protocolo de Kioto<sup>11</sup>

Figura 1. Efectos probables del cambio climático en la salud y sus posibles respuestas.

Fuente: Berberian, G., & Rosanova, M. T., (2012).

Respecto de las enfermedades infecciosas, la incidencia y la distribución geográfica de las enfermedades transmitidas por el agua, alimentos y vectoriales, pueden verse afectadas por cambios en las condiciones climáticas. Cambios en la temperatura, la humedad, el patrón de precipitaciones o vientos, o las superficies de agua influyen en la reproducción y maduración de vectores. Son procesos ecológicos complejos, en los que intervienen otros factores ambientales y sociodemográficos, por lo que es difícil efectuar predicciones lineales. Sin embargo, la mayor parte de los modelos indican que el cambio climático podría inducir un incremento en el número

de casos y la presencia estacional de enfermedades transmitidas por vectores, como el paludismo, el dengue o las encefalitis virales, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

La necesidad de emplear la información climática para pronosticar brotes infecciosos inicia con el trabajo de Gill en la India en 1923, con el diseño de un sistema de pronóstico de aparición de Malaria. El modelo se fundamentó en las mediciones de precipitación de lluvia y su impacto económico en la distribución de granos alimenticios y su potencial epidémico. También en este sentido *Meléndez, E., 2008* en la India describió la asociación entre las variables climáticas, temperatura, lluvia, humedad y viento, con la incidencia de enfermedades infecciosas, como Neumonía, Viruela, Lepra y Tuberculosis. La sobrevivencia de un patógeno fuera de su huésped depende de las características del ambiente en particular, temperatura, humedad, exposición a la luz solar, salinidad y el pH de su ambiente. Por lo tanto las variaciones climáticas pueden resultar en una elevación de la incidencia de enfermedades con el desarrollo de picos estacionales complejos. Incrementos en la estacionalidad e incidencia de Cólera ocurren cuando el microambiente favorece el desarrollo de la bacteria, el cual depende de la temperatura, y la salinidad del agua. Predecir la incidencia de Cólera es difícil a partir de simples datos climáticos, sin embargo puede tener picos estacionales, una o dos veces al año dependiendo de las condiciones del ambiente local. La capacidad de cada agente patógeno de sobrevivir fuera del huésped es también una variable importante en la incidencia estacional para las infecciones transmitidas por la vía aérea mediante aerosoles, gotas y fómites. Por ejemplo, la baja humedad permite la estabilidad del virus de la influenza en el aire, y mantiene sus cualidades de infección. El realizar investigaciones epidemiológicas con datos obtenidos in situ de la influencia del clima en el desarrollo de enfermedades infecciosas necesita un volumen de información que permita discernir entre cuáles se deben a cambios climáticos y cuáles a factores no climáticos. Aunque es

bien conocido cómo el estado del clima influye notablemente en la reproducción de los insectos y roedores, claramente existe una relación entre las precipitaciones de lluvia y las enfermedades infecciosas propagadas por insectos vectores, como el mosquito, que depende del agua. Por lo tanto es necesario comprender con mayor amplitud la ecología de las especies de vectores locales y por extensión poder describir la epidemiología de las enfermedades infecciosas en un cambio climático global de consecuencias que no se habían presentado nunca antes en la existencia del género humano. La presencia de plagas de insectos, especialmente las moscas, roedores y cucarachas se debe al incremento de temperatura. En países con climas cálidos y vientos de intensidad mediana se favorece la abundancia de moscas. En el caso de enfermedades infecciosas no transmitidas por vectores como el Cólera u otras enfermedades diarreicas, las lluvias intensas son frecuentemente un factor importante de contaminación del agua potable por aguas de desecho. Las enfermedades infecciosas a intensificarse por el cambio climático Cólera, Malaria, Meningitis Meningocócica, Dengue/Dengue Hemorrágico, Fiebre Amarilla, Encefalitis Japonesa, Encefalitis de San Luis, Fiebre del Valle de Rift, Leishmaniasis, Tripanosomiasis Africana (enfermedad del sueño), Tripanosomiasis Sudamericana (mal de Chagas), Virus del Oeste del Nilo, Encefalitis del Valle de Murray, Influenza.

Una categoría especial de enfermedades infecciosas es el grupo de enfermedades transmitidas por vectores, los pronósticos señalan que afectarían a un gran número de personas en América Latina. Virus, bacterias y parásitos no completan su desarrollo si la temperatura ambiental está bajo cierto umbral (p.ej. 18 °C para el parásito de la malaria *Plasmodium falciparum* y 20 °C para el virus de la encefalitis japonesa). La distribución geográfica de las poblaciones de insectos vectores está relacionada con patrones de temperatura, lluvia y humedad. La elevación en la temperatura acelera la tasa de metabolismo en los insectos y se incrementan el

desove y su frecuencia de alimentación de sangre (en el caso de insectos hematófagos). En este sentido la precipitación pluvial es también significativa aunque no fácil de predecir en este comportamiento metabólico. Las lluvias tienen un efecto indirecto en la longevidad del vector, aunque la humedad crea una serie de hábitat favorable, incrementan la distribución geográfica de los insectos con una abundancia estacional de vectores de enfermedad. En otros casos el exceso de lluvias puede tener efectos catastróficos en la población local de vectores por constantes lavados del suelo por las inundaciones. En áreas geográficas de clima muy húmedo, las sequías pueden convertir los ríos en una sucesión de charcas favorables a la reproducción de vectores. Por lo tanto, la reproducción oportunista de vectores puede crear condiciones epidémicas, (*Meléndez, E., 2008*).

Ejemplo de ello, es la epidemia de dengue boliviana en 2008, seguida por la Argentina en 2009 una de las más importantes de la historia. El agua es un elemento básico para la vida, pero 1,1 billones de personas no tienen acceso a aguas seguras y 2,4 billones a condiciones básicas de saneamiento. La diarrea infantil continúa siendo la causa mundial más frecuente de muerte. Predecir los impactos potenciales del cambio climático en estas enfermedades es complicado, debido a que el acceso al agua y los alimentos seguros está determinado por condiciones socioeconómicas locales. La escasez de agua lleva al uso de fuentes inapropiadas con el aumento del riesgo de infección, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

Los alimentos también son fundamentales para la vida. La OMS muestra que 800 millones de personas están malnutridas. El aumento de la población mundial crea el consecuente incremento de la demanda de alimentos, deforestación de bosques y uso de cultivos intensivos que aumentan la producción de gases con efecto invernadero, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

Factores relacionados con los brotes epidémicos Las enfermedades infecciosas frecuentemente se presentan en forma de brotes. Algunas tienen ciclos epidémicos independientes de factores externos, como el sarampión, otras requieren de la combinación de factores tanto intrínsecos como ambientales. Aun en las situaciones en donde la asociación entre clima y enfermedad parecería ser muy fuerte, resulta importante considerar que los factores no relacionados con el clima también pueden tener impacto sobre el momento y gravedad de un brote. Entre los determinantes más importantes de vulnerabilidad poblacional se encuentra el nivel nutricional e inmunológico de la población y el antecedente de exposición a la infección. Está demostrado que, incluso bajo situaciones ideales de epidemia, para que ello ocurra, es necesaria una determinada cantidad de personas susceptibles. Existen otros factores extrínsecos que tienen que ver con el comportamiento humano, posibilidades de acceso sanitario, habitacionales, migraciones y trabajos. Un ejemplo es el impacto que produce la deforestación en la prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores, como Paludismo, Leishmaniasis y Fiebre Amarilla, donde las intervenciones provocan un cambio forzoso del hábitat natural del vector, desplazándolo de las áreas rurales a las urbanas, o bien exponiendo al hombre a la adquisición, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

Relación del cambio climático con los brotes epidémicos, el cambio climático perturba los ecosistemas naturales y favorece las condiciones ideales para la propagación de las infecciones y epidemias, principalmente relacionadas a vectores, agua y alimentos. Como muchas de las enfermedades infecciosas están en relación directa con las características geográficas y estacionales, la utilización de parámetros climáticos como indicadores predictivos de enfermedad es de interés. Resultados que deberán ser interpretados en su contexto y con precaución. Sin olvidarnos de que existe una fuerte evidencia sobre la influencia antropológica

en la interacción clima-enfermedad, como es el ejemplo de las migraciones de grupos poblacionales vinculadas con catástrofes climáticas que se relacionan con epidemias locales.

Shetty, P reportó que el cambio climático favorece a la propagación de enfermedades transmitidas por insectos (vectores virulentos), entre ellas están la Fiebre del Dengue, la Malaria, la enfermedad de Lyme, el Virus del Oeste del Nilo, la Fiebre del Valle Rift, el Chikungunya y la Fiebre Amarilla. Se propagan a través de la picadura de 'vectores' como mosquitos, garrapatas y pulgas.

De manera general, el mosquito de la Malaria digiere la sangre más rápido y se alimenta con mayor frecuencia en climas más cálidos, acelerando la propagación de la transmisión. El parásito mientras tanto, completa su ciclo de vida más rápidamente, aumentando la reproducción. En teoría pues, el calentamiento global permitiría que esos vectores se propagaran en áreas donde anteriormente no eran capaces de sobrevivir, (*Shetty, P*).

Pero un incremento en la población de los vectores no se traduce automáticamente en un incremento de la enfermedad. La dinámica de la transmisión de la Malaria, por ejemplo, depende tanto de la inmunidad de la población humana como de los niveles de resistencia del parásito a los medicamentos. Otros factores ecológicos y sociales son igualmente importantes: el almacenamiento de agua y los sistemas de eliminación de excretas, las prácticas agrícolas, la deforestación, la densidad poblacional, las condiciones de vida, los programas de control y la infraestructura de salud cumplen, todos, un papel en la determinación del alcance y la propagación de la Malaria.

Tabla 2. Efectos del cambio climático sobre las enfermedades transmitidas por insectos.

FACTOR CLIMÁTICO	EFFECTOS POTENCIALES SOBRE EL VECTOR	EFFECTOS POTENCIALES SOBRE EL PATÓGENO
Aumento de la temperatura	<p>Disminución de la sobrevivencia de algunas especies de mosquitos.</p> <p>Cambio en la susceptibilidad a algunos patógenos.</p> <p>Aumento de la población en crecimiento.</p> <p>Aumento en la tasa de alimentación para combatir la deshidratación (por lo tanto, mayor contacto del vector con los humanos).</p> <p>Distribución estacional y especial extendida.</p>	<p>Incubación más rápida en el vector.</p> <p>Ampliación de la temporada de transmisión.</p> <p>Distribución extendida.</p>
Disminución de las lluvias	<p>Incremento de la reproducción de los mosquitos en los contenedores debido a un mayor almacenamiento de agua.</p> <p>Mayor número de vectores que se reproducen en los lechos de los ríos secos.</p> <p>Reducción —o eliminación— de vectores como los caracoles acuáticos, mediante la sequía.</p>	Sin efectos.
Incremento de las lluvias	<p>Más sitios de reproducción y aumento en el tamaño de la población de vectores.</p> <p>Aumento de la sobrevivencia del vector debido al incremento de la humedad.</p> <p>Más ecosistemas potenciales aguas abajo de las inundaciones para vectores como los caracoles acuáticos.</p>	Poca evidencia de efectos directos.

---

	Las lluvias fuertes pueden sincronizar con los vectores que buscan hospederos y transmisión de virus.	
	Los sitios de reproducción son arrastrados por las fuertes lluvias.	
	Dstrucción del hábitat por las inundaciones.	

---

Aumento en el nivel del mar	Aumenta abundancia de mosquitos que se crían en aguas salobres.	Sin efectos.
-----------------------------	---	--------------

---

Fuente: Shetty, P.

Las complejidades de la transmisión del dengue también conducen a los estudios a informar sobre asociaciones conflictivas entre las variaciones climáticas y las tasas de infección. El vínculo más claro proviene de pequeños países como Honduras y Nicaragua, donde el número y propagación de las poblaciones del mosquito transmisor del dengue han estado bien correlacionadas con el clima. Los vínculos en países más grandes como Brasil y China no han sido significativos, aunque ello puede deberse a que los datos del clima fueron de todo el país y no de una localidad específica.

La propagación de otras enfermedades transmitidas por vectores también podría incrementarse. La bacteria del cólera *Vibrio cholerae* puede vivir en algunas especies de plancton. Unas temperaturas de mar más cálidas equivalen a mayor prosperidad en los grupos de plancton, lo que podría significar el florecimiento de la bacteria del cólera, propagándose a poblaciones de costas cálidas en países como Bangladesh.

La Esquistosomiasis, una enfermedad parasitaria transmitida por los caracoles marinos, también parece ser afectada por el clima. En la China, el umbral de la latitud a partir del cual las

temperaturas son demasiado frías para el caracol ha hecho que se mude hacia el norte, poniendo aproximadamente a 21 millones más de personas en riesgo de esta enfermedad, (*Shetty, P*).

Desde 1990, el aumento en la precisión de los sistemas de predicción climática, conocimientos epidemiológicos y la mejor comprensión de las interacciones entre el clima y las enfermedades infecciosas, motivó la necesidad de desarrollar modelos predictivos de cambios en las enfermedades infecciosas con características epidémicas. Uno de los sistemas de vigilancia epidemiológica que permiten predecir la aparición de brotes es el publicado por la OMS en el año 2005, denominado “early warning system model” (EWS), realizado con el objetivo de lograr una rápida identificación de los brotes epidémicos, como primer paso importante para la implementación de intervenciones eficaces. Este sistema incorpora información relacionada con el clima, medio ambiente y además utiliza sistemas de información geográfica (SIG), que posibilitan predecir a través de modelos matemáticos la aparición de las epidemias, lo cual permite individualizar la sensibilidad de las distintas enfermedades infecciosas a la variabilidad climática e identificar aquellas para las cuales las predicciones climáticas ofrecerían el mayor potencial de control de la enfermedad. La mayoría de los expertos coinciden en que las enfermedades infecciosas más frecuentes, en especial las transmitidas por vectores, son altamente sensibles a las variaciones climáticas. De acuerdo a los resultados obtenidos del EWS, respecto del riesgo epidémico y la sensibilidad a las variaciones climáticas, el Paludismo dentro de las enfermedades transmitidas por vectores y el Cólera entre las relacionadas con el agua y los alimentos, fueron aquellas enfermedades donde se observó una fuerte asociación entre el factor de variación climática y la epidemia. En otras enfermedades, la variación climática tuvo un rol importante, pero no determinante, como en Leishmaniasis, Dengue, Encefalitis Virales y Meningitis Meningocócica, donde aparecen además otros factores relacionados con la epidemia.

En el caso de Fiebre Amarilla, Influenza y Diarrea, la influencia de la variación climática fue moderada, muy baja para Chagas, parasitosis intestinales, Esquistosomiasis y Lyme, y nula para Tuberculosis, (Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012).

El impacto climático sobre las enfermedades infecciosas está principalmente relacionado al comportamiento humano, efectos sobre el patógeno y el vector que provocan la enfermedad. El comportamiento humano las distintas temperaturas y estaciones del año condicionan cambios en el comportamiento humano, como trabajos, esparcimiento y movilizaciones. Por ejemplo, el aumento de la transmisión del virus de la gripe en invierno donde la gente busca lugares cerrados, o el pico de incidencia de gastroenteritis durante el verano. Los efectos sobre el patógeno generan una relación directa entre los factores climáticos y los patógenos que provocan enfermedades infecciosas. La mayoría de los virus, parásitos y bacterias no pueden desarrollarse por debajo de ciertos límites de temperatura, como es el caso de *Plasmodium falciparum*, que requiere temperaturas mayores a 18°C para desarrollarse.

Efectos sobre el vector La distribución geográfica y la dinámica poblacional de las enfermedades vectoriales se relacionan con los patrones de temperatura, lluvias y humedad. La mayoría de los vectores son artrópodos de sangre fría altamente sensibles a las temperaturas ambientales. El calentamiento mundial favorece su desarrollo. Las temperaturas más altas aceleran el metabolismo de los insectos, incrementan la producción de huevos y la necesidad de alimentarse. Las lluvias además tienen un efecto indirecto sobre la longevidad del vector, debido al aumento de la humedad que crea un hábitat favorable para su desarrollo. Las inundaciones pueden generar efectos catastróficos en la naturaleza al disminuir las fuentes de alimentación, que al igual que la deforestación favorece el desplazamiento de los insectos a zonas habitadas por el hombre. El Paludismo, el Dengue, la plaga y los virus neurotrópicos (encefalitis) son las patologías

transmitidas por artrópodos más involucradas. En el caso del Paludismo, es transmitido por el mosquito *Anopheles* que se desarrolla en climas cálidos y húmedos, más comúnmente en áreas selváticas tropicales alrededor de viviendas rurales. La transmisión del paludismo está claramente influenciada por el clima, ya que la transmisión no ocurre en climas donde el mosquito no puede sobrevivir. Las condiciones ideales están dadas por temperaturas mayores a 20°C, sin embargo, existen 4 casos de paludismo en el altiplano boliviano relacionados con la adaptación vectorial. El aumento de casos no está sólo en relación a la temperatura, sino también a la disponibilidad de medidas de prevención inexistentes en países como los de África, donde se concentra el 90% de los casos mundiales. En los últimos años se han observado cambios entomológicos en relación a la aparición de adaptaciones biológicas del mosquito a situaciones inhabituales como supervivencia a mayores alturas (>2.600 m) y a menores temperaturas (hasta 8°C), como se comunicó en Bolivia en 2.008, donde se hallaron colas de *Anopheles pseudopunctipenis* en Oruro, a unos 3.710 metros de altura. Reafirmando las predicciones de los científicos respecto de que los mosquitos se han adaptado a zonas más altas y frías, como altitudes entre 2.620 y 3.590 m, condiciones muy diferentes a las que existen en su ambiente tradicional: regiones tropicales y subtropicales cálidas por debajo de los 2.600 m. La mayor parte de los análisis sobre el impacto climático en las enfermedades vectoriales se han enfocado en el Paludismo. Distintos estudios indican que mayores temperaturas llevarán a un aumento de la población expuesta al Paludismo como resultado de la expansión geográfica de las enfermedades vectoriales a mayores altitudes y latitudes, con lo que la proporción de la población mundial afectada pasaría de 45% al 60%, aproximadamente, a mediados del siglo XXI. El Dengue es la enfermedad viral más frecuente en el mundo. *Aedes aegypti* está bien adaptado al medio urbano, pero no resiste la desecación. La expansión del área de distribución del *Aedes* y del Dengue está

favorecidos por el aumento de la humedad y la temperatura, como de las lluvias, generados por el cambio climático. El calentamiento mundial, influye en la aparición del Dengue, tanto por el aumento de las temperaturas y precipitaciones cuanto por los fenómenos de deforestación, como en Tartagal, donde el desmoronamiento producido por las lluvias en regiones deforestadas empeoró la condición epidemiológica. *Vezzani y cols.*, estudiaron el desarrollo del Aedes en Buenos Aires y observaron que el mayor desarrollo aparecía luego de varios meses con temperaturas sobre los 20°C y lluvias acumuladas por sobre los 150 mm. Un marcado descenso se observó por debajo de los 16,5°C y no se observó desarrollo por debajo de los 14,8°C. Los cambios en la incidencia del dengue no son exclusivamente climatológicos, existe otros factores relacionados, como la disminución de las medidas de control del vector y fenómenos de urbanización no planificada que alteran el hábitat del mosquito. Ejemplos actuales del avance de las enfermedades vectoriales son la aparición de brotes de dengue en Sudamérica y la aparición de patologías re-emergentes o emergentes en zonas inhabituales, como la Fiebre Amarilla y la Leishmaniasis visceral en nuestro país, (*Berberian, G., & Rosanova, M. T., 2012*).

Ningún individuo animal o vegetal vive aislado en el ambiente que habita, se encuentran en medio de una compleja trama de factores que gravitan en su salud. En el complejo contacto dinámico del individuo con la naturaleza se encuentran las explicaciones y causas de los problemas de salud que pudieran aquejarlo. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), la salud depende de un equilibrio biológico, psicológico y social del individuo con el ambiente que lo rodea; esta situación de interdependencia armónica involucra la participación dinámica de diversos elementos en el ecosistema, cuya sobrevivencia está supeditada a la interacción entre las unidades biológicas y su ambiente. Cuando este equilibrio (homeostasis) se inclina contra el hospedador da lugar a la enfermedad. La presentación de un fenómeno mórbido se encuentra

influida por factores inherentes del agente patógeno, el hospedador y el ambiente; y no ejercen sus efectos por separado sino que interactúan en la inducción de la enfermedad, (Arango, C., & Maya, M., 2009). La comprensión de la enfermedad requiere no sólo la contabilización de los casos, sino también de realizar un seguimiento de su evolución (curso) en el tiempo, dicha evolución desde su inicio hasta la resolución del proceso o la muerte del hospedador se conoce como historia natural de la enfermedad y representa su curso espontáneo, sin ninguna intervención que altere su gravedad, duración o impacto, es decir incluye lo que ocurre u ocurrirá, Figura 2. Comprende básicamente dos periodos:

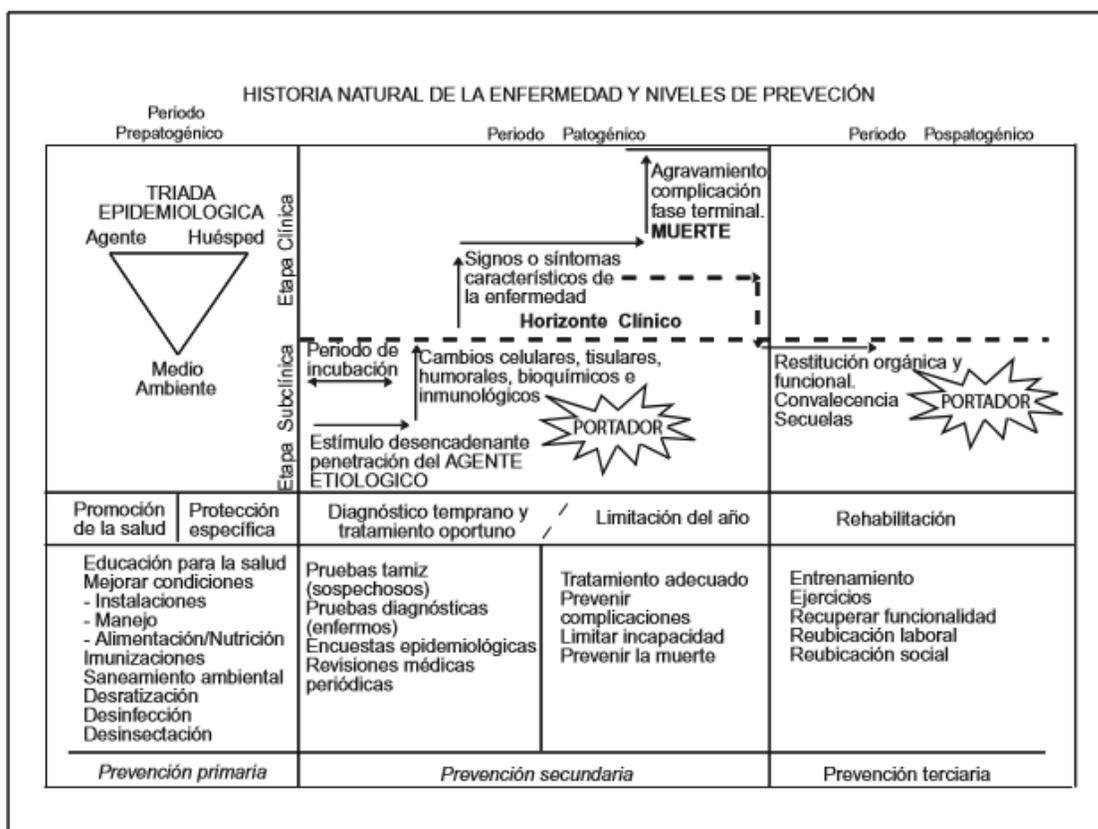


Figura 2. Representación gráfica de la historia natural de la enfermedad y los niveles de prevención.

Fuente: Arango, C., & Maya, M., (2009).

- a) El periodo prepatogénico, que precede a la infección y sus posibles manifestaciones clínicas, por el contacto efectivo entre el agente y el hospedador; está conformado por las condiciones propias de los dos anteriores y el ambiente que los rodea, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*).
- b) El periodo patogénico, que se encuentra caracterizado por la respuesta orgánica del hospedador ante el agente, esta etapa se encuentra dividida de manera longitudinal por el horizonte clínico, el cual separa el plano subclínico de las manifestaciones clínicas (signos y síntomas). Es importante tener claro que una enfermedad no se manifiesta por el simple contacto con el agente etiológico, sino por la interdependencia del mismo con el hospedador y el ambiente, este hecho puede ser representado por la triada ecológica o epidemiológica Figura 3, cada uno de los vértices está ocupado por uno de los tres factores, por lo tanto cualquier modificación en un ángulo, implica necesariamente una modificación en los otros dos, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*).



Figura 3. Representación esquemática de la triada epidemiológica.

Fuente: Arango, C., & Maya, M., (2009).

La explicación completa de la historia natural de la enfermedad debe facilitar la comprensión de la misma. Antes de analizar las interacciones que llevan al desarrollo de los procesos patológicos conviene establecer las características principales de cada uno de los elementos constituyentes de dicho proceso, Figura 3.

De ahí la importancia del estudio epidemiológico del curso de las enfermedades para el caso las transmitidas por vectores, en el periodo prepatogénico, ya que al considerar la triada epidemiológica cada uno de los actores tiene sus factores que lo predisponen, entre ellos y los que más interesan son los ambientales ya que son los que influyen directamente sobre los vectores y por ende el desarrollo de las diferentes enfermedades tropicales, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*).

## 2.1 PERIODO PREPATOGENICO

*Arango, C., & Maya, M., 2009* sustentan en la interacción de la triada epidemiológica, sin un contacto efectivo entre el agente y el hospedador. Los factores desencadenantes aún no han presentado cambios de ninguna naturaleza relacionados con la enfermedad. Cada uno de los componentes de la triada, presenta características de importancia epidemiológica.

**2.1.1 Agente etiológico.** Es un organismo, elemento, sustancia o fuerza, animada o inanimada, cuya presencia o ausencia según sea el caso, con un hospedero o huésped susceptible y bajo condiciones ambientales apropiadas, sirve como estímulo para iniciar o perpetuar una enfermedad, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*). Se diferencian tres tipos de agentes causales de enfermedades:

- a) Físicos (p. ej., calor, frío, humedad, radiación, ruido, traumatismos).
- b) Químicos (p. ej., venenos, tóxicos, ácidos, álcalis).

c) Biológicos (p.ej.,priones,virus,bacterias,hongos,protozoarios,metazoarios, rickettsias).

El término agente causal o agente etiológico es un concepto convencional del cual ya se señaló que su presencia no es en sí la “causa” única de una enfermedad, aunque si es necesaria para el desarrollo de la misma.

*2.1.1.1 La Fiebre Chikungunya.* Es una enfermedad vírica transmitida al ser humano por mosquitos. Se describió por primera vez durante un brote ocurrido en el sur de Tanzania en 1952. Se trata de un virus ARN del género alfavirus, familia *Togaviridae*. "Chikungunya" es una voz del idioma Kimakonde que significa "doblarse", en alusión al aspecto encorvado de los pacientes debido a los dolores articulares, (OMS).

*2.1.1.2 Dengue.* Es una enfermedad vírica transmitida por mosquitos que se ha propagado rápidamente en todas las regiones de la OMS en los últimos años. El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra principalmente de la especie *Aedes aegypti* y, en menor grado, de *A. albopictus*. Estos mosquitos también transmiten la fiebre chikungunya, la fiebre amarilla y la infección por el virus de Zika. La enfermedad está muy extendida en los trópicos, con variaciones locales en el riesgo que dependen en gran medida de las precipitaciones, la temperatura y la urbanización rápida sin planificar. Se conocen cuatro serotipos distintos, pero estrechamente emparentados, del virus: DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4. Cuando una persona se recupera de la infección adquiere inmunidad de por vida contra el serotipo en particular. Sin embargo, la inmunidad cruzada a los otros serotipos es parcial y temporal. Las infecciones posteriores causadas por otros serotipos aumentan el riesgo de padecer el dengue grave, (OMS).

*2.1.1.3 Chagas.* Es también llamada tripanosomiasis americana, es una enfermedad potencialmente mortal causada por el parásito protozoo *Trypanosoma cruzi*.

Se calcula que en el mundo hay entre 6 y 7 millones de personas infectadas por *Trypanosoma cruzi*, el parásito causante de la enfermedad de Chagas. La enfermedad de Chagas se encuentra sobre todo en zonas endémicas de 21 países de América Latina<sup>1</sup>, donde se transmite a los seres humanos principalmente por las heces u orina de insectos triatomíneos conocidos como vinchucas, chinches o con muchos otros nombres, según la zona geográfica, (OMS).

*2.1.1.4 Zika.* El virus de Zika es un flavivirus transmitido por mosquitos que se identificó por vez primera en macacos (Uganda, 1947), a través de una red de monitoreo de la fiebre amarilla. Posteriormente, en 1952, se identificó en el ser humano en Uganda y la República Unida de Tanzania. Se han registrado brotes de enfermedad por este virus en África, las Américas, Asia y el Pacífico.

Entre los años sesenta y los ochenta se detectaron infecciones humanas en África y Asia, generalmente acompañadas de enfermedad leve. El primer gran brote se registró en la Isla de Yap (Estados Federados de Micronesia) en 2007. En julio de 2015 Brasil notificó una asociación entre la infección por el virus de Zika y el síndrome de Guillain-Barré, y en octubre del mismo año su asociación con la microcefalia, (OMS).

*2.1.1.5 Fiebre Amarilla.* El virus de la fiebre amarilla es un arbovirus del género *Flavivirus* transmitido por mosquitos de los géneros *Aedes* y *Haemogogus*. Las diferentes especies de mosquitos viven en distintos hábitats. Algunos se crían cerca de las viviendas (domésticos), otros en el bosque (salvajes), y algunos en ambos hábitats (semidomésticos), (OMS).

*2.1.1.6 Leishmaniasis.* La leishmaniasis es causada por un protozoo parásito del género *Leishmania*, transmitido por la picadura de flebótomos infectados. La leishmaniasis es

causada por un protozoo parásito del género *Leishmania*, que cuenta con más de 20 especies diferentes y se transmite a los humanos por la picadura de flebótomos hembra infectados. Se conocen más de 90 especies de flebotominos transmisores de *Leishmania*.

Las enfermedades transmitidas por vectores aparecen cuando el agente etiológico que las produce, virus o parásito, es transmitido por especies de insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos alojados en la sangre de un portador infectado y los transmiten a un huésped sensible mediante mecanismos de transmisión activa o pasiva, (*Padilla, J. C., Lizarazo, F. E., Murillo, O. L., Mendigaña, F. A., Pachón, E., & Vera, M. J. (2017)*).

El dengue es la enfermedad viral de más rápida expansión mundial y su incidencia aumentó unas 30 veces en los últimos 50 años. Se estima que cerca de 3.900 millones de personas viven en zonas donde hay riesgo de contraer el dengue en los 128 países endémicos del mundo. Se calcula que ocurren unas 390 millones de infecciones (96 millones de ellas sintomáticas) y 20.000 muertes por dengue al año en zonas urbanas. En 2016, se reportaron en las Américas 2'249.842 casos de dengue y 947 muertes. Al finalizar el 2016, se registraron en el país 103.822 casos de dengue y 60 muertes confirmadas por esta causa, (*Padilla, J. & Col., 2017*).

El virus del Chikungunya se aisló por primera vez entre 1952 y 1953, durante una epidemia en Tanzania, y su nombre proviene de la palabra en lengua makonde que significa “aquel que se encorva”. Posteriormente, ocurrieron brotes en pequeñas comunidades rurales y dispersas en África y Asia. En las décadas de los 60 y 70, se aislaron cepas en Bangkok, Tailandia y Calcuta (India). En 2004, se diseminó a las islas Comoros, Reunión y otras del Pacífico. En el 2013, se reportaron los primeros casos de Chikungunya adquiridos localmente en las Américas y en las islas del Caribe. Hasta marzo del 2014, se habían reportado 15.000 casos

sospechosos. En junio de 2014, apareció en la República Dominicana donde se notificaron más de 600.000 casos sospechosos, (*Padilla, J. & Col., 2017*).

Desde ese momento, se produjo una amplia expansión a los países vecinos de Centroamérica (Costa Rica, El Salvador y Panamá), así como a países del área andina, como Venezuela y Colombia. En el país se detectó el inicio de la transmisión autóctona del virus del Chikungunya en Mahates, en el distrito de Cartagena, y en San Juan Nepomuceno, en el norte del departamento de Bolívar, (*Padilla, J. & Col., 2017*).

El Zika tomó su nombre del bosque ubicado en Uganda donde se aisló por primera vez el virus en 1947. Desde el 2015 y finales del 2016, 48 países y territorios de las Américas confirmaron casos autóctonos por transmisión vectorial del virus del Zika y cinco países notificaron casos transmitidos sexualmente. Además, 22 países y territorios de las Américas notificaron casos confirmados del síndrome congénito asociado a la infección por el virus del Zika. En Colombia, desde el inicio de la fase endémica del Zika, a partir de la semana epidemiológica 29 y hasta la semana epidemiológica 52 de 2016, se notificaron 4.834 casos producidos por este arbovirus emergente, (*Padilla, J. & Col., 2017*).

Se estima que la prevalencia de las Leishmaniasis a nivel mundial es de 20 millones de casos y que la incidencia anual oscila entre 1,5 y 2 millones de nuevos casos de Leishmaniasis cutánea y 500.000 de Leishmaniasis visceral en zonas de transmisión rural. Entre el 2001 y el 2014, en 17 de los 18 países endémicos de la región de las Américas, se reportaron 797.849 casos nuevos de Leishmaniasis cutánea y mucosa, para un promedio anual de 56.989 casos distribuidos, con tendencia estable. Hasta mediados de la primera década del presente milenio, se registraba en Colombia un promedio de 6.000 casos anuales, pero a partir de ese momento se produjo un incremento de 100 % en la endemia, que se mantiene hasta la fecha y genera

anualmente unos 12.000 casos anuales de Leishmaniasis desde el 2005, (*Padilla, J. & Col., 2017*).

La tripanosomiasis americana, o enfermedad de Chagas, transmitida por vectores es una condición endémica en 21 países de las Américas. En la región, se estima que entre 65 y 100 millones de personas están en riesgo de adquirir la enfermedad. Aunque es endémica en las Américas, la migración de personas infectadas puede llevarla a países no endémicos de este continente y del mundo. Se estima que la población en riesgo de enfermedad de Chagas en Colombia es de 4'813.543, la prevalencia es de 9,5 por 1.000 habitantes, el número de infectados es de 437.960; asimismo, se han registrado cerca de 131.388 casos de cardiopatía chagásica y la prevalencia en donantes es de 0,41 % , (*Padilla, J. & Col., 2017*).

Las propiedades de los agentes biológicos son importantes para el entendimiento de determinadas enfermedades, las variables más relevantes de un agente biológico con relación a las enfermedades infecciosas:

**2.1.2 Morfología** (tamaño, forma y composición). Esto determina su ruta de penetración y tipo de transmisión. Importante para su clasificación e identificación, así el hecho de determinar en bacterias que son cocos o bacilos puede dar una idea de la causa, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*).

**2.1.3 Infecciosidad.** Es la capacidad de un agente para penetrar y multiplicarse en el hospedero, en su caso salud en algunos casos donde sólo ocurre lo primero. Este concepto es diferente al de contagiosidad ya que éste se relaciona con la capacidad replicativa del agente, (*Arango, C., & Maya, M., 2009*).

**2.1.4 Patogenicidad.** Es la capacidad que tiene un agente para provocar daños o lesiones específicas en un hospedero (su expresión en éste), es decir para provocarle enfermedad. Cada agente puede tener un diferente grado de patogenicidad, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.5 Virulencia.** Es el grado de severidad del daño (grado de patogenicidad) o la capacidad que tiene el agente para producir casos graves o fatales. La virulencia puede medirse por el número de casos fatales que hay en una enfermedad, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.6 Inmunogenicidad.** Es la capacidad que tiene el agente de inducir una respuesta protectora (respuesta inmune humoral, celular, o ambas) específica por parte del hospedero, esta característica depende de la estructura antigénica. Resalta su importancia por dos razones: si un agente es antigénico, entonces es posible establecer procedimientos diagnósticos mediante la identificación de sus determinantes, asimismo es posible la elaboración de vacunas tendientes a generar una respuesta protectora, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.7 Variabilidad.** Capacidad de adaptación del agente a condiciones cambiantes del hospedero o del ambiente, por ejemplo muchos virus, en particular el de influenza, presenta mutaciones que dificultan su prevención, diagnóstico o profilaxis, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.8 Viabilidad.** Capacidad de sobrevivir fuera del hospedero (en el ambiente o medio exterior), (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.9 Hospedero o huésped.** Es un animal vivo, que en circunstancias naturales permite el alojamiento de un agente infeccioso y que puede o no sufrir la acción de dicho agente. Son diversas las características del hospedero que repercutirán en su interacción con el agente y todas actúan en la susceptibilidad, entendiendo por ésta como la probabilidad de desarrollar o no una enfermedad, (Arango, C., & Maya, M., 2009). Entre las características que inciden sobre dicha

susceptibilidad, algunas no se ven influidas por el agente o el ambiente (características intrínsecas), mientras que otras dependen de una interacción con aquéllos (características extrínsecas), dentro de los primeros se puede identificar:

*2.1.9.1 Especie* (a nivel pecuario). Es el nivel taxonómico que considera a los individuos relacionados entre sí por semejanzas genotípicas y fenotípicas, (Arango, C., & Maya, M., 2009). Las especies animales pueden ser susceptibles a un agente específico.

*2.1.9.2 Raza* (a nivel pecuario). Se entiende por raza a cada uno de los grupos en que se subdividen las especies, poblaciones que se distinguen por un conjunto de caracteres visibles, que se encuentran determinados genéticamente, la diferente susceptibilidad de algunas razas frente a un mismo agente está definida en la mayoría de los casos por características genéticas, (Arango, C., & Maya, M., 2009). Se reconoce que un diagnóstico presuntivo puede considerarse al determinar esta variable.

*2.1.9.3 Sexo*. Existen muchas enfermedades asociadas a esta variable, los cuales se hallan directa o indirectamente relacionadas con diferencias anatómicas, fisiológicas o ambas, ya que esto puede o no facilitar la implantación de una infección. En la actualidad se ha descrito que la condición hormonal pudiera tener un efecto sobre la susceptibilidad, de esta forma se ha visto una mayor probabilidad de infección por diferentes agentes, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

*2.1.9.4 Edad*. Se sabe por diferentes estudios que hay enfermedades que afectan en mayor o menor proporción a diferentes grupos de edad, por ejemplo, problemas neumónicos o diarreas en jóvenes, problemas degenerativos o tumorales en adultos, además cabe señalar que esta variable se encuentra directamente relacionada con el estado inmunológico del individuo (madurez inmunológica, contactos previos con el agente, inmunidad materna), (Arango, C., & Maya, M., 2009).

*2.1.9.5 Estado Fisiológico.* El estado general del individuo es un factor relevante en lo que corresponde a la susceptibilidad. De tal manera que diversos estados de alteración funcional del hospedero como: tensión, gestación, desnutrición, entre otros, pueden disminuir o aumentar la susceptibilidad al ataque de agentes, (Arango, C., & Maya, M., 2009). El estado fisiológico de un individuo se encuentra altamente relacionado con condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas por parte del ambiente.

*2.1.9.6 Finalidad Zootécnica* (a nivel pecuario). El grado de desarrollo anatómico permite realizar ciertas funciones zootécnicas, así como la vida útil de los animales impactará directamente sobre el estado fisiológico del individuo, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

**2.1.10 Ambiente.** Es el medio físico, biológico y socioeconómico en el cual el hospedero y agente habitan, consecuentemente pueden interactuar, es posible identificar diferentes tipos de entorno o ambientes:

*2.1.10.1 Físico.* Dentro de éste, es posible identificar al clima y las condiciones atmosféricas como: temperatura, radiación solar, humedad relativa, corrientes de aire, precipitación pluvial. Así como el tipo de suelo, orografía, hidrografía, tienen un efecto directo sobre la presencia, permanencia, proliferación y diseminación de los hospedadores, y sus agentes, (Arango, C., & Maya, M., 2009). En el caso de los animales domésticos, en algunas circunstancias, particularmente en climas extremos, se han establecido sistemas productivos en donde se controlan estas condiciones ambientales con barreras para la entrada de agentes a través medidas de bioseguridad. Ejemplo de la importancia del ambiente físico puede observarse en zonas tropicales de América, donde sólo a cierta altitud sobre el nivel del mar es posible encontrar al murciélago hematófago *Desmodus rotundus*, y con él, casos de rabia. Además la temperatura y precipitación pluvial determina la presencia de mosquitos y por lo tanto de las

enfermedades transmitidas por ellos como: Paludismo, Dengue, Enfermedad del Oeste del Nilo entre otras. De manera natural, el ambiente físico también puede ser una barrera efectiva para evitar la diseminación de agentes a otros hábitats, en este sentido, los océanos, montañas, valles, pueden evitar la difusión, permanencia o ambas de un agente o sus reservorios. De hecho, numerosos estudios hacen hincapié en la sobrevivencia o multiplicación de agentes de acuerdo a variables como la temperatura y humedad. Otras condiciones ambientales como la presencia de fenómenos naturales (huracanes, inundaciones, terremotos), pueden marcar la sobrevivencia de los hospederos.

*2.1.10.2 Biológico.* Está integrado por flora y fauna, determina en principio la presencia del hospedero en la zona, así como de la red de posibles interacciones a través de su ubicación en el nicho ecológico, además lo ubica a él hospedero o a otras especies como reservorios, vectores, fuentes de infección, al igual que los posibles mecanismos de transmisión, por ejemplo la presencia de flebótomos en zonas selváticas determina la endemidad de la enfermedad de los chicleros o Leishmaniasis, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

*2.1.10.3 Socioeconómico.* Algunos de estos componentes son: manejo, higiene ambiental, grado de tecnificación, costumbres y hábitos por parte de la comunidad, estructura de producción, vías de comunicación entre otros, los cuales pueden favorecer la presencia del agente como del hospedero. Es indiscutible que la frecuencia de diversas enfermedades varía entre los animales de traspatio, y aquéllos que son criados en una unidad tecnificada donde la alimentación así como la forma de llevar la producción puede aumentar o disminuir el riesgo de presentación de enfermedades, (Arango, C., & Maya, M., 2009).

Teniendo en cuenta la cadena epidemiológica Figura 4, los vectores juegan un papel importante en los eslabones como puerta de salida, mecanismo de transmisión y puerta de

entrada, conociendo que el vector se considera un animal invertebrado que transporta un agente infeccioso desde un individuo infectado o sus desechos, hasta un individuo susceptible o hasta una fuente inmediata de infección. El agente puede desarrollarse o no, o bien, llevar parte de su ciclo evolutivo dentro del vector.



Figura 4. Representación esquemática de la cadena epidemiológica.

Fuente: Pardo Cobas, E. (2006).

**2.1.11 Puerta de Salida.** El eslabón sucesivo corresponde a la puerta de salida o eliminación del agente, la cual corresponde a la vía por la cual un agente infeccioso sale de la fuente de infección. En este sentido, las principales rutas de salida del agente generalmente coinciden con la vía de penetración del mismo al hospedero entre ellas tenemos la piel: enfermedades transmitidas por mosquitos, (Pardo Cobas, E. 2006).

**2.1.12 Modo de Transmisión.** El cuarto eslabón dentro de este esquema refiere al modo de transmisión, el cual es un mecanismo esencial para que el agente infeccioso pueda transportarse de la puerta de salida de la fuente de infección a la puerta de entrada del hospedero. Dicha transmisión puede establecerse mediante contacto directo (proximidad e intimidad con

diferentes fuentes de infección) o indirecto (vector, vehículo, o bien sustancias u objetos que pueden ser diseminadas por el aire), (*Pardo Cobas, E. 2006*).

*2.1.12.1 Transmisión directa.* Consiste en la aproximación del agente por contacto directo a partir de mordeduras, contacto sexual, lactación entre otros; o bien la proximidad mediante gotas de aerosol, evento fundamental para efectos de enfermedades respiratorias en las cuales el agente pasará al medio en gotas de diversos diámetros, las cuales se desecan lentamente infectando también el ambiente, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

*2.1.12.2 Transmisión indirecta.* Según *Pardo Cobas, E. 2006* dentro de esta categoría, un elemento biótico fundamental es la transmisión por vectores, ya que es una de las rutas de mayor importancia epidemiológica, donde el invertebrado es capaz de trasladar al agente desde una fuente de infección hasta el hospedero susceptible. Cabe señalar que dicho traslado, puede ser sólo mecánico en cualquier superficie del vector, de esta manera el agente es reubicado de un espacio físico a otro, o bien durante este acarreo dentro del vector puede llevarse a cabo parte del ciclo evolutivo del agente. No obstante, algunos autores describen que cuando el traslado mecánico del agente lo lleva a cabo un organismo vertebrado, éste puede ser considerado como un vehículo. Para que el ciclo de transmisión del agente se complete, no es suficiente haber penetrado e infectado un hospedero y ser eliminado del mismo, debe sobrevivir fuera de él un tiempo suficiente que le permita encontrar e introducirse en un nuevo hospedero susceptible. La vía o puerta de eliminación del agente, determina la naturaleza del medio externo en el que deberá permanecer hasta alcanzar al nuevo hospedero.

**2.1.13 Principales Vectores Y Enfermedades Que Transmiten.** Los vectores son organismos vivos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son insectos hematófagos que ingieren los

microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente los inoculan a un nuevo portador al ingerir su sangre.

Los mosquitos son los vectores de enfermedades mejor conocidos. Garrapatas, moscas, flebótomos, pulgas, triatominos y algunos caracoles de agua dulce también son vectores de enfermedades, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).

#### *2.1.13.1 Mosquitos*

- *Aedes*
  - a) Chikungunya.
  - b) Dengue.
  - c) Fiebre del Valle del Rift.
  - d) Fiebre amarilla.
  - e) Filariasis linfática.
  - f) Zika.
- *Anopheles*
  - a) Filariasis linfática.
  - b) Paludismo.
- *Culex*
  - a) Encefalitis japonesa.
  - b) Fiebre del Nilo Occidental.
  - c) Filariasis linfática.

#### *2.1.13.2 Flebótomos*

- a) Fiebre transmitida por flebótomos.

- b) Leishmaniasis.

#### 2.1.13.3 *Garrapatas*

- a) Encefalitis transmitida por garrapatas.
- b) Enfermedad de Lyme.
- c) Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo.
- d) Fiebre recurrente (borreliosis).
- e) Rickettsiosis (fiebre maculosa y fiebre Q).
- f) Tularemia.

#### 2.1.13.4 *Triatominos*

- a) Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana).

#### 2.1.13.5 *Mosca tsetsé*

- a) Enfermedad del sueño (tripanosomiasis africana).

#### 2.1.13.6 *Pulgas*

- a) Peste (transmitidas por pulgas de las ratas al ser humano).
- b) Rickettsiosis.

#### 2.1.13.7 *Moscas negras*

- a) Oncocercosis (ceguera de los ríos).

#### 2.1.13.8 Caracoles acuáticos

- a) Esquistosomiasis (bilharziasis).

#### 2.1.13.9 Piojos

- a) Tifus y fiebre recurrente transmitida por piojos.

Uno de los mecanismos fundamentales de transmisión activa es la picadura de un artrópodo infectado, en el cual ya ha transcurrido parte del ciclo de vida del agente etiológico. La transmisión ocurre en espacios físicos delimitados que tienen ciertas características geográficas y ecológicas, y en los cuales se articulan e interactúan diversos factores sociales determinantes que la favorecen. Los vectores de enfermedades más conocidos son: los mosquitos del género *Anopheles*, transmisores de la Malaria o paludismo; los flebótomos de los géneros *Lutzomyia* y *Phlebotomus*, transmisores de las Leishmaniasis; los chinches o ‘pitos’ de los géneros *Rhodnius* y *Triatoma*, transmisores de la enfermedad de Chagas, y el mosquito *Aedes aegypti*, transmisor del Dengue, el Chikungunya y el Zika, (Padilla, J. C., Lizarazo, F. E., Murillo, O. L., Mendigaña, F. A., Pachón, E., & Vera, M. J. (2017)).

Según Padilla y Col, 2017 estas enfermedades representan más del 17 % de todas las enfermedades infecciosas, causan cada año más de un millón de muertes a nivel mundial y ponen en riesgo la salud de una de cada dos personas en las Américas. Entre las más importantes, se encuentra la Malaria y, entre las arbovirosis, el Dengue.

**2.1.14 Puerta De Entrada Al Hospedero.** En el quinto eslabón se ubica la puerta de entrada al hospedero, la cual es la vía a través de la cual el agente etiológico penetra al

hospedero, y tiene la particularidad de ser básicamente las mismas y son aprovechadas por el agente para su salida de la fuente de infección, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

## **2.2 MEDIO AMBIENTE FACTORES EXTERNOS**

Otro de los factores más importante que influye en los procesos infeccioso y epizoótico es el medio ambiente donde viven tanto los agentes etiológicos (temporalmente) como los macroorganismo y en el que tienen lugar la interacción entre ellos. Influyen muchos factores del medio ambiente externo, sobre todo aquellos que ejercen influencia en cuanto a la resistencia o la susceptibilidad del macroorganismo en relación con los agentes etiológicos, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.1 Nutrición.** Las deficiencias de calorías, albúminas, sustancias minerales, vitaminas y otros elementos, disminuyen la resistencia. Algo similar ocurre con la excesiva cantidad de ellos en la alimentación. La deficiencia de los nutrientes refleja por regla general las influencias indirectas de la composición del suelo, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.2 Agua Potable.** La carencia de agua se incluye también dentro de los factores que debilitan la resistencia del macroorganismo. Sin una provisión suficiente de agua se llega a deficiencias morfológicas y fisiológicas en la actividad de los tejidos y de los órganos del cuerpo y también como consecuencia en el mecanismo de defensa, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.3 Temperatura Del Aire.** La influencia de la temperatura del aire depende no sólo de la propia temperatura del medio ambiente externo sino de la capacidad de termorregulación del macroorganismo. Esta capacidad se desarrolla gradualmente en los animales recién nacidos durante las primeras fase de la vida, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.4 Humedad Del Aire.** Una humedad excesiva del aire tiene significación, sobre todo como un factor que aumenta las influencias negativas del enfriamiento o el sobrecalentamiento del organismo. Por el contrario de las temperaturas anormalmente altas o bajas, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.5 Sustancias Dañinas Contenidas En El Aire.** El aire, bajo determinadas condiciones contiene sustancias dañinas como son los tóxicos o el polvo. Con las sustancias tóxicas en el aire nos encontramos más a menudo en los espacios cerrados que tienen mala ventilación (medios de transportes cerrados) o en las cercanías de una industria química, si en está tiene lugar emanaciones tóxicas, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.6 Las Corrientes De Aire.** Un movimiento intensivo de las corrientes de aire en condiciones frías y de humedad, así como el mínimo movimiento del aire bajo condiciones de mucho calor, puede conducir a un debilitamiento de la resistencia del macroorganismo. Esto facilita el origen y el transcurso del proceso infeccioso, tanto de origen exógeno como endógeno, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.7 Presión Barométrica.** Esta puede influir en la resistencia del macroorganismo hacia los agentes etiológicos como sucede cuando produce desviaciones anormales que se apartan de los valores corrientes en una región dada. Una mayor influencia suele producirse cuando tiene lugar un brusco descenso de la presión barométrica, o sea un cambio brusco de altas a bajas presiones, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.8 Las Precipitaciones.** La cantidad de precipitaciones de igual modo puede influir en el grado de resistencia del macroorganismo. Principalmente cuando se trata de una cantidad excesiva de precipitaciones acompañadas de un tiempo frío y con viento y además sin

posibilidad de abrigo debe esperarse que se produzca una determinada disminución de la resistencia, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.9 La Luz Y Los Rayos Solares.** Cada ser vivo requiere para su existencia una determinada cantidad de luz. Las desviaciones extremas ya sean en exceso o en defecto y desproporcionadas de la luz se pueden reflejar también en una disminución de la resistencia contra los agentes etiológicos. Una cantidad excesiva de los rayos solares puede conducir también al debilitamiento del organismo a la activación de los agentes etiológicos latente o al agravamiento de las enfermedades transmisibles existentes, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.10 La Radioactividad.** Esta también pertenece a los factores que disminuyen la capacidad defensiva del macroorganismo, al estar expuestos a los rayos radioactivos generalmente se forman anticuerpos en menor grado por lo que se pueden enfermar con mayor facilidad que los no afectados por la radioactividad, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.11 Reacciones Pos aplicativas.** Después de aplicar una serie de medidas terapéuticas profilácticas e inmunizantes, suelen producir reacciones locales o generales de corta duración. Estas reacciones pueden tener como resultado una disminución temporal de la resistencia contra los agentes etiológicos. Debido a esto pueden activarse las infecciones, que existan en estado latente, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

**2.2.12 Enfermedades Intercurrentes.** Si los agentes etiológicos penetran en un macroorganismo que ya se encuentra afectado por otra enfermedad por regla general no encuentran allí el mismo grado de defensa que pudieran encontrar en el caso de un organismo no afectado (sano). Es por eso que en tales circunstancias el curso de la enfermedad infecciosa suele ser de carácter más grave, incluyendo las consecuencias epizooticas, (*Pardo Cobas, E. 2006*).

En todos los casos, las ETV son padecimientos relacionados con el saneamiento del ambiente doméstico y de los espacios cercanos a las comunidades, donde se reproducen o protegen los vectores y facilitan el contacto entre agentes y huéspedes; asimismo, otros procesos se dan por invasión de nichos silvestres o por migración de huéspedes como en la Leishmaniosis o la Encefalitis Equina Venezolana, (*Meléndez, E., 2008*). La presencia de las ETV obedecen al acercamiento y contacto de vectores que reciben y transmiten agentes patógenos entre los humanos o desde otros animales a los humanos. Se han circunscrito en este concepto de ETV sólo aquellas enfermedades en que intervienen artrópodos, tales como mosquitos (Familia Culicidae), moscas (Familia Simuliidae, Subfamilia Phlebotominae), piojos (Familia Pediculidae), chinches besuconas (Familia Reduviidae), pulgas (Orden Siphonaptera) y garrapatas (Familia Ixodidae), también se incluyen las intoxicaciones por picaduras de alacrán (Orden Scorpionida).

Aunque en los últimos 50 años las enfermedades transmisibles, junto con las de la nutrición y de la reproducción, han disminuido del 49.8% en 1.950 al 14.0% en 2.000, no tienen un significado epidemiológico similar. En el caso de las ETV presentan desde simples incrementos de incidencia, hasta enfermedades nuevas, considerándose que tienden a incrementar su trascendencia por su mortalidad (Dengue Hemorrágico y Encefalitis) y por sus secuelas (Chagas o los Tifos).

Queda claro que no hay fronteras que limiten las ETV, pudiendo ser introducidas desde otros países o Continentes a través de huéspedes humanos, mamíferos, aves o artrópodos y en cualquier lugar y tiempo. También es claro que la población se introduce, con frecuencia en los nichos silvestres, o simplemente, que las enfermedades siguen su evolución natural

transformándose en enfermedades graves después de haber sido "benignas", asimismo, aparece la resistencia a fármacos o la resistencia de los vectores a los insecticidas.

El comportamiento epidemiológico del pasado necesariamente debe ser actualizado en forma permanente, porque las variaciones demográficas, de clima y la evolución de los microorganismos son constantes.

Las dificultades administrativas y financieras representan un riesgo adicional para el control de las enfermedades y sus vectores, en virtud de que al no haber oportunidad y suficiencia en los recursos o al no aplicar recursos ante nuevos acontecimientos, se presentan brotes y se requerirán mayores esfuerzos y recursos para su control.

## **2.2 LÍNEAS DE ACCIÓN**

La eliminación de los criaderos y larvas del vector constituyen las acciones prioritarias en la prevención y control del Dengue; este proceso dependerá en gran medida, de la voluntad política de las autoridades, de adecuada aplicación de la metodología establecida y de una decidida participación de la comunidad en la eliminación del vector, para que modifique sus hábitos y costumbres que contribuyen a perpetuar la permanencia de los criaderos.

**2.3.1 Control Del Vector.** Las principales acciones para eliminar la presencia de *Aedes aegypti* son:

Eliminación de criaderos: acciones para destruir los criaderos, mediante campañas intensivas para su eliminación, control físico de recipientes para evitar que se acumule agua y proteger aquellos que contienen agua de uso y consumo humano.

Medidas antilarvarias: eliminación de larvas aplicando acciones de control físico (destrucción o protección de recipientes) y con agentes químicos o biológicos en criaderos activos o frecuentemente potenciales. Nebulizaciones: aplicación de insecticidas con la técnica de volumen ultra-reducido para disminuir las densidades de mosquitos en caso de brotes o de alto riesgo. Siempre deberán aplicarse simultáneamente a las acciones de eliminación de larvas, con amplia cobertura y en un máximo de tres semanas.

Evaluación Entomológica: determinación sistemática las densidades del vector y verificación de la efectividad de las acciones de control vectorial.

La evaluación: se deberá relacionar con la modificación de los índices larvarios y en la disminución de la reproducción de los mosquitos (ovitampas). Las evaluaciones deberán realizarse en forma periódica para valorar riesgos y, en caso de acciones para el control del vector, antes y después.

Según la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) la necesidad de un enfoque integral del control de vectores para hacer frente al impacto de las enfermedades transmitidas por vectores nunca ha sido tan apremiante. La propagación mundial sin precedentes de los virus del Dengue y la Fiebre Chikunguña, y los brotes de enfermedad por el virus de Zika y Fiebre Amarilla en 2015-2016 ponen claramente de relieve los retos a los que tienen que enfrentarse los Estados Miembros. La transmisión y el riesgo de las enfermedades transmitidas por vectores están cambiando de forma rápida debido a la urbanización no planificada, al aumento de los movimientos de personas y bienes, a cambios medioambientales y a problemas de naturaleza biológica, como la resistencia de los vectores a los insecticidas y la evolución de cepas de patógenos. La urbanización rápida y no planificada en las zonas tropicales y

subtropicales expone a grandes poblaciones al riesgo de emergencia y extensión de enfermedades arbovirales propagadas por mosquitos, (*OMS, 2017*).

Muchos países aún no están preparados para afrontar los retos que se avecinan. Dada la gran influencia de los factores sociales y medioambientales en la transmisión de patógenos por vectores, es fundamental que la ejecución del control de vectores y los sistemas de monitoreo y evaluación sean flexibles para que puedan respaldar enfoques adaptados a las circunstancias locales. La realineación de los programas nacionales para optimizar la ejecución de las intervenciones contra múltiples vectores y enfermedades garantizará que los recursos disponibles se utilicen de modo que tengan el máximo impacto. Los sistemas de salud deben estar preparados para detectar los cambios y responder a ellos de forma rápida y eficaz. Esta respuesta requiere no solo la disponibilidad de intervenciones de control de eficacia demostrada, sino también personal gubernamental bien capacitado que pueda crear sistemas sostenibles para su implementación. Para lograr estos objetivos es urgente reformar las estructuras de los programas de control de vectores, (*OMS, 2017*).

Las enfermedades transmitidas por vectores son un problema de todos, no solo del sector sanitario. El logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Garantizar la salud y promover el bienestar de todos a todas las edades) dependerá de un control eficaz de los vectores, y también contribuirán a ello las iniciativas en favor del agua limpia y el saneamiento (Objetivo 6), las ciudades y los asentamientos humanos sostenibles (Objetivo 11) y las medidas relativas a la lucha contra el cambio climático (Objetivo 13), entre otras. Para lograr el control y la eliminación de las enfermedades transmitidas por vectores, será necesario que diferentes sectores implementen múltiples enfoques, como los que promueven entornos saludables. La participación de las autoridades locales y las comunidades en el marco de una colaboración intersectorial

amplia será clave para mejorar la ejecución del control de vectores, mediante la adaptación de las intervenciones a cada contexto concreto de acuerdo con los datos entomológicos y epidemiológicos locales. Además, la participación y la colaboración de las comunidades locales serán necesarias para crear programas de control sostenibles y que respondan adecuadamente a los retos técnicos, operativos y económicos, (*OMS, 2017*).

## REFERENCIAS

- Andrade, Á. P. (2007). *Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica*. IUCN.
- Arango, C. J. J., & Maya, J. J. M. (2009). *Epidemiología veterinaria*. Editorial El Manual Moderno.
- Berberian, G., & Rosanova, M. T. (2012). Impacto del cambio climático en las enfermedades infecciosas. *Archivos argentinos de pediatría*, 110(1), 39-45.
- de Ambiente, V. (2010). Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. *Bogotá Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*.
- de Mesa, Y. P. L. (2012). Pautas de tratamiento para la malaria infantil entre los cuidadores y profesionales de la salud en Turbo, Colombia. *Iatreia*, 25(2), 93-104.  
(*Gething et al., 2010; Patz & Olson, 2006; Poveda et al., 2001; Poveda & Rojas, 1997*)
- El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, (2010).
- ESSALUD, E. R. M. (2008-2014). Instituto Nacional de Salud.

Giménez-Font, P. (2008). La epidemia de malaria de 1783-1786: Notas sobre la influencia de anomalías climáticas y cambios de usos del suelo en la salud humana. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (46).

Halkyer, N. O., & Costa, D. N. (2010). Los cambios climáticos y su implicación en la salud. *Cambio Climático: Una mirada local a un fenómeno global*, 63.

IGAC, I. (2010). DANE. *Reporte de Áreas afectadas por las inundaciones, 2011*.

Meléndez-Herrada, E. (2008). Cambio climático y sus consecuencias en las enfermedades infecciosas. *Rev Fac Med UNAM*, 51(5).

Organización Mundial de la Salud. *la Organización Mundial de la Salud*. División de Información de la Organización Mundial de la Salud. RESPUESTA MUNDIAL PARA EL CONTROL DE VECTORES. 2017–2030. (Versión 5.4).

Organización Mundial de la Salud. *la Organización Mundial de la Salud*. División de Información de la Organización Mundial de la Salud.

Padilla, J. C., Lizarazo, F. E., Murillo, O. L., Mendigaña, F. A., Pachón, E., & Vera, M. J. (2017). Epidemiología de las principales enfermedades transmitidas por vectores en Colombia, 1990-2016. *Biomédica*, 37, 27-40.

Pardo Cobas, E. (2006). Compendio de epidemiología.

Tercero Gutiérrez, M. J., & Olalla Herbosa, R. (2008). Enfermedades tropicales transmitidas por vectores: medidas preventivas y profilaxis. *Offarm: Farmacia y Sociedad*, 27(6), 78-87.

Salud, O. P. (2014). Organización Panamericana de la salud. *OPS, y el Fondo de Población de las*.

Shetty, P. Cambio climático y enfermedades transmitidas por insectos: la esencia. Priya Shetty.  
Fuente: SciDevNet.

Shetty, P. Cambio climático y enfermedades transmitidas por insectos: la esencia.

*World Health Organization WHO* (2012). Suárez Rodríguez, B., Isidoro Fernández, B., Santos Sanz, S., Moros, S., José, M., Molina Moreno, R., & Amela Heras, C. (2012). Review of the current situation and the risk factors of *Leishmania infantum* in Spain. *Revista española de salud pública*, 86(6), 555-564.