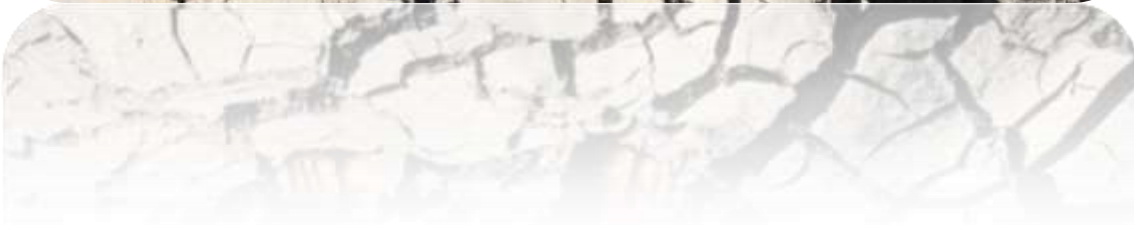




UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Facultad de Farmacia

PARÁSITOS Y MEDIO AMBIENTE



M^a Carmen Molina Ortiz



Trabajo Fin de Grado

Grado en Farmacia

PARÁSITOS Y MEDIO AMBIENTE

Autora: M^a Carmen Molina Ortiz

Profesora tutora: Dra. Concepción Ariza Astolfi



Facultad de Farmacia

Departamento de Microbiología y Parasitología

Área de Parasitología

Modalidad del trabajo: Revisión bibliográfica

Sevilla, 6 de julio de 2017

Aula 2.2

RESUMEN

El clima terrestre no para de cambiar, son muchos los factores que influyen este cambio climático, pero sobre todo cabe destacar el calentamiento global que está sufriendo nuestro planeta y que tiene graves consecuencias tanto en la actualidad como en un futuro. No hace distinciones, por lo que afecta tanto a las personas, como a los animales, vectores, hospedadores, la flora, la fauna y todo lo que tiene relación con el planeta Tierra.

Los cambios climáticos influyen por una parte en la distribución espacial y temporal de los patógenos, vectores, hospedadores y reservorios, al igual que en su dinámica estacional e interanual.

Para la mayoría de parásitos, tanto protozoos, como vectores, o humanos se ha comprobado que entre los factores ambientales que distinguimos, el que ejerce un efecto crítico es la temperatura ambiental, ya que mediante diferentes estudios se ha visto que han cambiado su distribución geográfica, incidencia, patogenicidad y virulencia, provocando cambios en las enfermedades que producen, en los tratamientos disponibles y dando lugar a que encontremos enfermedades transmitidas por parásitos en regiones en las que no habían existido nunca.

En relación con las enfermedades zoonóticas han aumentado considerablemente a consecuencia de diferentes factores como cambios en las prácticas agrícolas, en el transporte y manipulación de alimentos, y también se incluye el calentamiento global y el cambio climático, puesto que debido entre otros, a los fenómenos meteorológicos extremos han afectado a los patógenos que se pueden transmitir por los alimentos dando alteraciones en la incidencia y prevalencia de estas enfermedades.

Del mismo modo, la distribución de los parásitos se ve influenciada por otros procesos como pueden ser los hábitos alimenticios, las migraciones forzadas y la actividad del hombre, ya que somos los principales responsables de dicho cambio, y los que debemos tomar conciencia puesto que los cambios van a seguir en aumento y muchas de las consecuencias pronosticadas son adversas para nuestra salud.

Palabras clave: cambio climático, calentamiento global, parasitismo, zoonosis, factores ambientales.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Origen y evolución de la definición de cambio climático.....	4
1.2 Factores que explican el cambio climático.....	5
1.3 Consecuencias del cambio climático.....	6
1.4 ¿Cómo afecta el medio ambiente a los parásitos?	8
1.5 ¿Qué nos deparará en el futuro el cambio climático?	9
2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN	9
3. METODOLOGÍA	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Cambio climático a nivel mundial	11
4.1.1 África	11
4.1.2 América	11
4.1.3 Asia	12
4.1.4 Europa	12
4.1.5 Oceanía.....	13
4.1.6 Los polos: El Ártico y la Antártida.....	13
4.2 Enfermedades vectoriales susceptibles de ser influenciadas por el cambio climático en España	13
4.3 Evidencia del impacto del cambio climático en la salud.	14
4.3.1 Impactos en la salud de los eventos climáticos extremos.	15
4.3.2 Aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, zoonosis y calidad del agua. ..	15
4.3.3 ¿Cómo interviene el clima en las enfermedades infecciosas?.....	17
4.4 Propagación y distribución geográfica de los parásitos.....	17
4.4.1 Factores que dependen del parásito.....	17
4.4.2 Factores que dependen del Medio Ambiente	18
4.4.2.1 Biotopos.....	18
4.4.2.2. Biocenosis.....	18

4.4.3 Influencia de los factores ambientales en las parasitosis	19
4.4.3.1 Factores abióticos.....	20
A) Temperatura ambiente.....	20
B) Humedad relativa.....	23
C) Pluviometría.....	24
D) Radicación solar.....	26
E) Factores edáficos e hídricos.....	27
F) Viento.....	28
4.4.3.2 Factores bióticos.....	29
4.4.3.3 La actividad humana.....	30
A) Hacinamientos de comunidad humanas.....	30
B) Migraciones forzadas.....	30
C) Hábitos alimenticios de las comunidades humanas.....	31
D) Alteración del medio por el hombre.....	32
5. CONCLUSIONES	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Origen y evolución de la definición de cambio climático

El clima de la Tierra nunca ha sido estático, debido a las alteraciones en el balance energético, está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles y millones de años. Entre las variaciones climáticas más destacables que se han producido a lo largo de la historia de la Tierra, figura el ciclo de unos 100.000 años, de períodos glaciares, seguido de períodos interglaciares (MAPAMA, 2012).

El concepto de cambio climático no es nuevo. En la Convención Marco sobre Cambio Climático de 1992 se definió el cambio climático como: *El cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima que se ha observado sobre períodos de tiempo comparables* (Naciones Unidas, 1992). Posteriormente, en 1999, el calentamiento global fue definido como el *incremento gradual en las temperaturas promedio del aire cerca de la superficie y de los océanos desde mediados del siglo XX y su continua proyección*. Surgieron bastantes polémicas con dichas definiciones ya que lo que venía a decir era el clima se estaba calentando y que los responsables podrían ser principalmente los seres humanos (Sánchez, 2016).

En efecto, el Primer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental para Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change o IPCC) de 1990, presentó pocas pruebas observables respecto de una influencia climática antropógena perceptible. Desde entonces, la confianza en la evaluación de la contribución humana al reciente cambio climático aumentó, y seis años después fue presentado el Segundo Informe de Evaluación del IPCC, que concluyó que las pruebas sugerían una influencia humana visible sobre el clima del siglo XX. El Tercer Informe de Evaluación (2001) concluyó que: *La mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años se debió, probablemente, al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero* (IPCC, 2007). Desgraciadamente todos los datos anteriores seguían sin convencer a las poblaciones, y en 2007, el cuarto informe del IPCC definió el cambio climático como: *cualquier cambio del clima en el tiempo, ya sea por variabilidad natural o como resultado de la actividad humana* (Parry et cols., 2007). Sin tener en cuenta si es natural o artificial, el mensaje universal se enfoca de nuevo en el cambio del clima y no solo en el calentamiento (Sánchez, 2016).

Lo que se puede destacar es que se trata de un fenómeno emergente con una distribución no equitativa, que afecta considerablemente a los sistemas naturales y a la salud humana (Tirado, 2010). Afecta a todas las personas, independientemente del país o continente en que vivan y los mayores riesgos los padecen las poblaciones más pobres, que paralelamente, son las que menos contribuyen en la emisión de gases generadores del efecto invernadero (Berberian y Rosanova, 2012; Astete, 2016).

1.2 Factores que explican el cambio climático

La evidencia disponible señala que más del 90% del cambio climático planetario puede atribuirse a actividades humanas, culpables de una intensificación del efecto invernadero, que es un sistema natural que mantiene al planeta lo suficientemente caliente para permitir la vida. Se ha estimado que en ausencia del efecto invernadero la temperatura promedio del planeta sería de -18°C . Entre los gases de efecto invernadero (GEI) naturales se incluyen: vapor de agua, dióxido de carbono (Figura 1), metano, óxido nitroso y ozono, siendo el dióxido de carbono (CO_2) el gas antropogénico más importante de los GEI con mayor vida media en la atmósfera de varios siglos (Sánchez, 2016).



Figura 1. Cambios en dióxido de carbono en los últimos 400 000 años. [Traducida] (NASA, 2016)

Se ha observado una creciente emisión de gases de efecto invernadero, producidos principalmente por el uso de combustibles y las actividades agropecuarias. Durante el proceso de combustión (debido al uso de derivados del petróleo o por la quema de biomasa vegetal) se libera dióxido de carbono y de nitrógeno contenidos en reservorios de largo plazo. La liberación de metano a partir de la fermentación anaeróbica o la deposición del nitrógeno agregado por fertilización en el ambiente, especialmente cuando las fuentes de este elemento sobrepasan los requerimientos de las plantas, deben ser destacadas también (Ezequiel, 2014).

Estos factores, entre otros son los principales determinantes del cambio climático que estamos experimentando (Ezequiel,2014), que se traduce en cambios en el nivel del mar relativo, cambios en la temperatura del océano en superficie, cambios en las tormentas/temporales (oleaje, viento), en los extremos de nivel del mar, en la concentración de CO₂ en el océano, en las contribuciones de agua dulce al mar o la acidificación del océano (Losada et cols., 2014) y efectos en el rango y actividad de vectores y parásitos, cambios ecológicos locales de agentes infecciosos transmitidos por agua y alimentos, disminución de la productividad agrícola y aumento del nivel oceánico (Tabla 1) (Cerde et cols., 2008).

La interacción de estas variables en un determinado tiempo y lugar han causado el establecimiento de escenarios epidemiológicos propicios para la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas, las cuales muchas se creían erradicadas (Cerde et cols., 2008; Rodríguez et cols., 2013).

Variables intermedias	Consecuencias en salud
• Cambios en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos	• Muertes, traumatismos, trastornos psicológicos, daño a la infraestructura de salud pública
• Efecto sobre el rango y actividad de vectores y parásitos	• Cambios en rangos geográficos e incidencia de enfermedades vectoriales
• Cambios ecológicos locales de agentes infecciosos transmitidos por agua y alimentos	• Cambios en la incidencia de diarrea y otras enfermedades infecciosas
• Cambios en la productividad de alimentos mediados por cambios climáticos y sus plagas y enfermedades asociadas	• Desnutrición y hambrunas y sus consiguientes trastornos inmunitarios y en el crecimiento y desarrollo infantil
• Aumento del nivel oceánico, con desplazamientos de poblaciones y daños sobre infraestructura	• Reducción de terrenos cultivables, aumento del riesgo de enfermedades infecciosas y trastornos psicológicos
• Impacto biológico de cambios en la contaminación del aire (incluyendo pólenes y esporas)	• Asma y alergias, otros trastornos respiratorios agudos y crónicos y muertes
• Trastornos sociales, económicos y demográficos mediados por efectos sobre la economía, infraestructura y disponibilidad de recursos	• Amplio rango de consecuencias en salud pública: trastornos nutricionales y psicológicos, enfermedades infecciosas y conflictos civiles

Tabla 1. Variables intermedias entre el cambio climático y efectos en salud humana (Cerde et cols., 2008) [Modificada].

1.3 Consecuencias del cambio climático

Hace varios años que el IPCC ha estimado que el daño ya está hecho, debido al exceso de CO₂ presente en la atmósfera que va tardar varios siglos en removerse y que lleva consigo un aumento de la temperatura, que ha hecho evidente el impacto del cambio climático con un aumento de temperatura actual de tan sólo 1°C por encima de la temperatura media de los años 1859-1899. (Berberian y Rosanova, 2012; Tirado, 2010).

Los modelos indican (Figura 2) que incluso en un escenario ideal si las emisiones industriales de CO₂ llegarán a un pico (si se consiguiese limitar la emisión mundial de GEI durante este siglo), el aumento de la temperatura, y el consecuente aumento del nivel del mar continuarán en ascenso por los próximos mil años. En la figura se puede ver que, en el caso imaginario

donde los niveles de emisión de CO₂ empezarán a descender en los próximos años (línea marrón), la estabilización de CO₂ que ya ha sido emitido (línea púrpura), de la temperatura (línea roja), y de la expansión térmica del mar (línea verde), demorarán varios siglos (NASA, 2016).

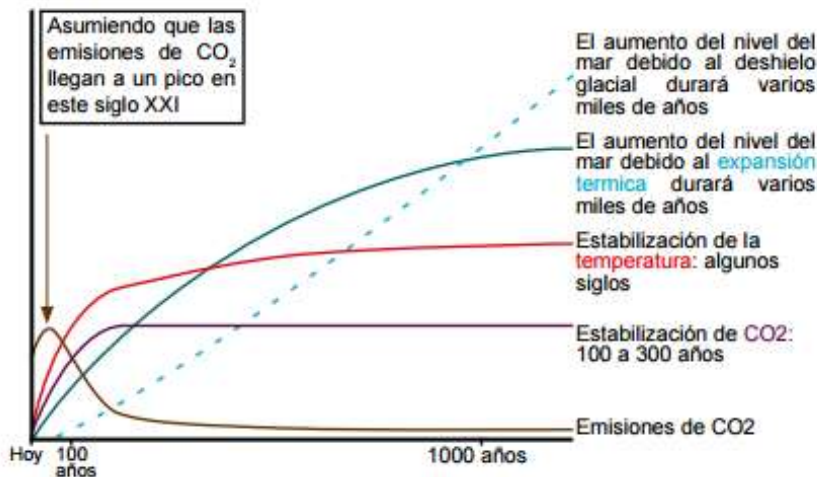


Figura 2. Temperatura global y concentración de dióxido de carbono. Traducido de: IPCC

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que los efectos del cambio climático que se había iniciado en 1970 fueron los responsables del aumento de 150.000 muertes para el año 2000, cifra que seguiría aumentando en el futuro, incidiendo principalmente en las poblaciones más vulnerables. (Berberian y Rosanova, 2012).

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.

Muchos estudios reflejan las consecuencias de este proceso, provocando un acelerado derretimiento de las masas de nieve y su consiguiente aumento del nivel promedio de los mares (Figura 3). Considerando que el clima es un componente vital y de importancia de muchos ecosistemas, cualquier variación mayor que éste experimente afectará a los demás componentes, entre los que se incluyen microorganismos, vectores insectarios, reservorios animales y seres humanos susceptibles, generando un cambio en la incidencia y en la distribución de numerosas patologías, mayoritariamente infecciosas. Al respecto, se percibe cierta preocupación en todo el mundo en torno al impacto que el cambio climático puede producir sobre la distribución y carga de enfermedad, especialmente y como ya se ha mencionado, en países que están en vías de desarrollo (Cerde et cols., 2008).

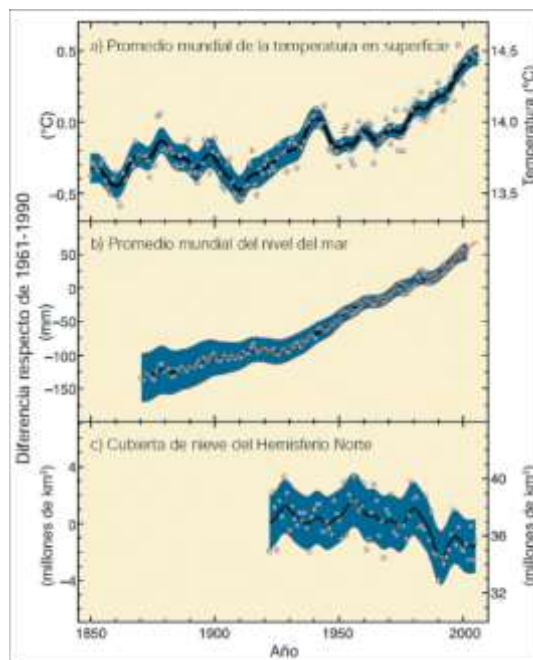


Figura 3. Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del hemisferio norte. Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2007.

Esto significa que el cambio global impulsará que ciertos parásitos se propaguen a costa de otros, y que los efectos que el cambio climático puede sufrir sean de mayor complejidad de la que se pensaba. Ya no se sostiene el escenario simple en el que el calentamiento climático favorecerá a cualquier tipo de parásito transmitido por insectos, unos pueden verse favorecidos y los otros perjudicados, y de cuáles salgan mejor parados dependerán las consecuencias para los animales afectados. Esto hace más difícil suponer el impacto futuro de las enfermedades sobre la fauna, y por consiguiente sobre nosotros mismos, pues nuestros parásitos no están ni más ni menos sujetos a las influencias del clima que los de los animales silvestres (Pérez-Rodríguez et cols., 2013).

1.4 ¿Cómo afecta el medio ambiente a los parásitos?

Según investigadores del Grupo de Biología y Conservación de Vertebrados de la Universidad Complutense de Madrid han concluido que el cambio climático promoverá la expansión de los tipos más virulentos de parásitos de la malaria en poblaciones de aves silvestres; se ha comprobado que la abundancia de dichos parásitos varía mucho entre las poblaciones ibéricas de estas aves y que la variación depende en parte de algunos elementos del paisaje que pueden cambiar de manera impredecible (cobertura forestal o el desarrollo urbanístico).

Sin embargo, lo que más influye sobre los parásitos es el clima. Esto permite hacer predicciones razonables acerca de su impacto futuro en cada región, ya que se dispone de

buenos modelos de cambio climático en diferentes escenarios de desarrollo socioeconómico (Pérez-Rodríguez y cols., 2013).

1.5 ¿Qué nos deparará en el futuro el cambio climático?

El clima y el tiempo siempre han repercutido mucho en la salud y el bienestar de los seres humanos, pero, al igual que otros grandes sistemas naturales, el climático está empezando a sufrir la presión de las actividades humanas (Patz et cols., 2003).

La mayor parte de científicos hoy en día coinciden en incluir el cambio global entre los principales retos de la sociedad del siglo XXI que se encuentra en el centro del desarrollo sostenible y es parte esencial del mundo en el que queremos vivir. Desde todos los rincones del planeta piden liderazgo político para solucionarlo, sin embargo, lo que no está claro es cuales van a ser sus efectos concretos. Existen suficientes pruebas de que nuestro desarrollo socioeconómico está provocando el calentamiento del clima y una gran alteración del entorno, y ahora urge saber cómo será el mundo si seguimos modificándolo al ritmo actual. Para ello, los científicos están desarrollando modelos que permiten predecir cómo será la naturaleza con las condiciones esperables en el futuro, estos modelos se desarrollan teniendo en cuenta el funcionamiento de los procesos naturales (Pérez-Rodríguez et cols., 2013).

Lamentablemente, las predicciones no son muy halagüeñas, puesto que si no se empieza a tratar el tema de raíz inmediatamente, en muy pocos decenios el sur de Europa será más árido y padecerá la expansión de enfermedades que, como la malaria o leishmaniosis, son transmitidas por insectos picadores. (Las poblaciones de estos insectos se verán favorecidas por un ambiente más cálido, lo que aumentará su capacidad para transmitir agentes patógenos en zonas donde éstos no causaban ningún problema) (Pérez-Rodríguez et cols., 2013; Astete, 2016).

2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN

El propósito de esta revisión bibliográfica es el de resumir y aunar los aspectos más importantes relacionados con la influencia del medio ambiente y en concreto del cambio climático sobre los parásitos y como éstos han visto afectada su distribución y propagación a consecuencia de dicho fenómeno, cómo le influyen los factores ambientales y cómo será su futuro si el clima sigue este ritmo continuo tan cambiante.

3. METODOLOGÍA

Para comenzar a abordar el tema sobre el que hablamos en esta revisión bibliográfica se ha realizado primero una búsqueda amplia, ordenada y exhaustiva en diferentes bases de datos científicas, de la Organización Mundial de la Salud, del Centro Europeo para el Control de Enfermedades, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, la Agencia Europea para el Medio Ambiente, la Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente entre otros.

Posteriormente se realizó una extensa búsqueda empleando bases de datos científicas como *Pubmed*, *Scopus*, *Science Direct* y *Google Scholar*, mediante las cuales se localizaron artículos publicados en revistas científicas, intentando emplear siempre la información contenida en los artículos más recientes, para limitar los resultados. La búsqueda se ha realizado tanto en español como en inglés, encontrando para ambos idiomas información relevante y necesaria para la realización de dicho Trabajo Fin de Grado.

Para la búsqueda se han empleado palabras claves como '*climate change*', '*enviroment*', '*global warming*', '*parasitic diseases*', '*zoonoses*', '*vectors*', y combinaciones entre ellas como '*climate change and parasitic diseases*' y '*enviroment and vectors*' lo que ha permitido facilitar y concretar los resultados.

Por último, para la gestión de referencias bibliográficas se recurrió al programa *Mendeley*, el cual fue descargado e instalado desde su web oficial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia o reemergencia de la mayoría de las enfermedades infecciosas está condicionada por cambios evolutivos y medioambientales que pueden afectar a una gran variedad de factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los primeros se encuentra todo lo relacionado a la interacción entre el patógeno y su vector, su hospedador intermediario y su reservorio (infección, virulencia, inmunidad y transmisibilidad). Entre los segundos se agrupan todos los factores que modulan las relaciones del patógeno, vector y hospedador/es con las condiciones medioambientales (clima, condiciones meteorológicas, hábitats, ecosistemas, urbanización, contaminación).

4.1 Cambio climático a nivel mundial

El cambio climático no hace distinciones y afecta a nivel mundial, teniendo más repercusiones y de mayor severidad de la que verdaderamente creemos. Ya en 1999 se anticipaba que para el año 2080 las concentraciones de CO₂ en el aire se habrían duplicado (en comparación con las concentraciones en la era preindustrial), el mundo entero se calentaría en unos 3°C (Figura 4) en promedio (aunque los continentes se calentarían más que los océanos), y habrían cambios sustanciales en la precipitación, especialmente en los trópicos (Sánchez, 2016). Si se hace una comparativa entre continentes podemos ver:

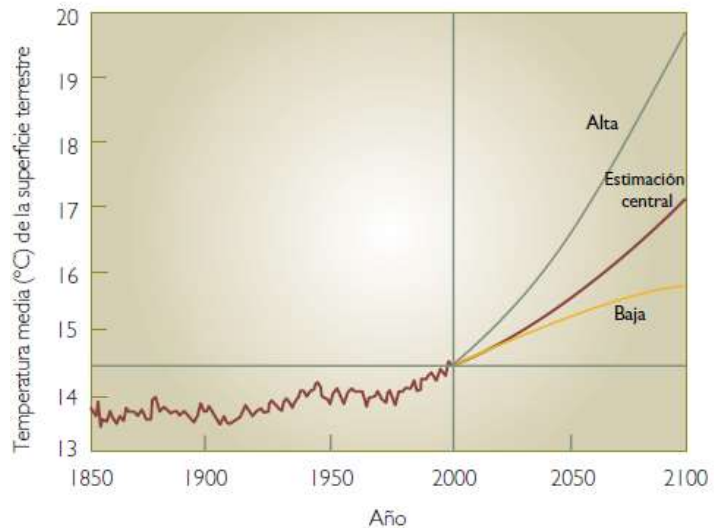


Figura 4. Registro de la temperatura mundial desde el comienzo del 1860 y proyección hasta 2100, según IPCC.

4.1.1 África

En varias regiones del continente experimentarán falta de agua. Esto, combinado con una demanda creciente, llevará a que la gente se quede sin acceso a ella, que afectará según el informe del Panel Internacional sobre Cambio Climático, en el sustento de muchas familias.

La reducción de zonas de cultivo creará mayores zonas de hambruna, y el incremento de temperaturas, unido a la pesca desmedida, hará que disminuya la cantidad de peces en los grandes lagos, que repercutirá en el suministro de alimentos (Averill, 2007).

4.1.2 América

El aumento de las temperaturas y la disminución de las fuentes de agua subterránea en la región amazónica, podría llevar a que el bosque tropical se transforme de forma lenta en una sabana y conlleve la extinción de especies.

En zonas más secas, se podrá experimentar salinización y desertificación de tierras cultivables provocando un descenso en agricultura y ganadería. El aumento del nivel del mar causará inundaciones en regiones bajas, en países como El Salvador, Guyana y el estuario del Río de la Plata (Miró, 2007).

4.1.3 Asia

El derretimiento de los glaciares en el Himalaya tendrá un impacto directo sobre el suministro de agua en los próximos 20 o 30 años, y también causará inundaciones y avalanchas de rocas. Las zonas costeras densamente pobladas, (se incluyen los deltas de ríos como el Ganges o el Mekong) también están bajo riesgo de serias inundaciones. Enfermedades como la diarrea, consecuencia de las inundaciones y sequías, se harán más frecuentes en el este, sur y sudeste de Asia (Barría, 2007).

4.1.4 Europa

Desgraciadamente, se estima que casi todas las regiones del continente europeo sufrirán un impacto negativo por el cambio climático, puesto que se considera que ha entrado en una era de fenómenos meteorológicos extremos (Herrero, 2017).

El sur del continente será un punto crítico, una de las zonas que sufrirá con más intensidad las consecuencias del cambio climático. Ya están registrando un mayor aumento en las temperaturas máximas (que pueden aumentar hasta 5,5°C al final de este siglo con aparición de temperaturas extremas, inundaciones y sequías que afectaron la fauna y flora mundial) (Figura 5), variación no

lineal que se traducirá en aumento de los problemas de salud y menos niveles de precipitaciones, así como una disminución del caudal de los ríos. (Berberian y Rosanova, 2012; Tirado, 2010).

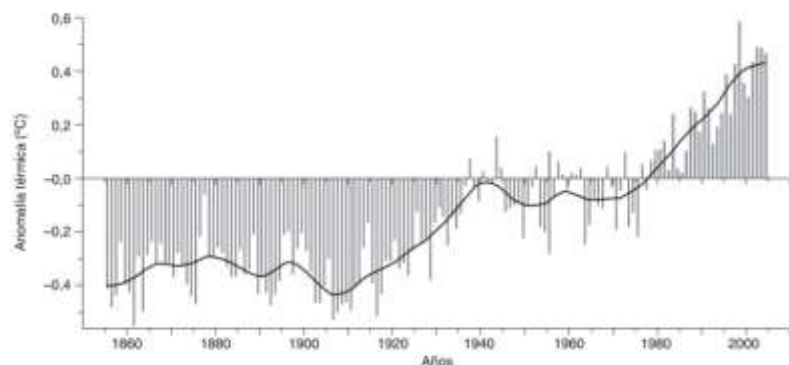


Figura 5. Anomalía térmica global durante el último siglo y medio. (IPCC, 2006)

La Europa central y del este sufrirán ausencia de lluvias en el verano, y esto agrava el problema de la falta de agua. En la región del Mediterráneo se verá, de forma evidente, una disminución en los suministros de agua, menor productividad en los campos, más incendios forestales y un aumento en los problemas de salud causados por el calor extremo. Ante estos signos negativos que provocan la adaptación al cambio climático, cabe destacar que España ha sido uno de los países pioneros de Europa en desarrollar un plan de adaptación al cambio climático, conocido como Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) desarrollado en 2006 como medida ante dicha situación (Donoso et cols., 2016; Herrero 2017).

4.1.5 Oceanía

Para 2030 se verá agravada la constante falta de agua (especialmente en el sur y este de Australia). Regiones importantes como la Gran Barrera de Coral y el Parque Nacional Kakadu, podrán perder una parte significativa de su vida silvestre para 2020.

El aumento del nivel del mar generará más inundaciones, tormentas y erosión en las costas, provocando un impacto social y económico en las comunidades de las pequeñas islas. La erosión de las playas y la decoloración de los corales disminuirán el turismo, y existe cierta evidencia contundente de que los recursos acuíferos en las islas pequeñas se verán seriamente comprometidos (Mercer, 2007).

4.1.6 Los polos: El Ártico y la Antártida

Los científicos prevén una reducción en el espesor y la extensión de los glaciares, las capas de hielo, las superficies de mar congeladas y los hielos subterráneos. Los cambios en los ecosistemas naturales tendrán un impacto negativo en las aves migratorias, los mamíferos y los depredadores. Los habitantes del Ártico sufrirán efectos tanto negativos como positivos a raíz del cambio climático. Entre los negativos se incluyen el deterioro en la infraestructura y en la forma tradicional de vida de los indígenas (Dobson et cols., 2015).

4.2 Enfermedades vectoriales susceptibles de ser influenciadas por el cambio climático en España

Como resultado de la proximidad que presentamos con el continente africano, siendo lugar de tránsito obligado de aves migratorias y personas, y por las condiciones climáticas, cercanas a las de zonas donde hay transmisión de enfermedades vectoriales, España se ha considerado como un país en el que estas enfermedades se potenciarán a causa del cambio climático. Pero para establecer áreas de endemia se necesitaría la combinación de otros factores como pueden ser, el flujo masivo y simultáneo de reservorios animales o humanos y el deterioro de las condiciones socio-sanitarias y de los servicios de Salud Pública. En la Tabla 2, podemos observar algunas enfermedades parasitarias susceptibles de ser influidas por el cambio climático y emerger o reemerger en España (López-Velez y Molina, 2005).

La temperatura aumentará entre 5 y 7°C y habrá cambios significativos en las precipitaciones, con tendencia a la baja (Tirado, 2010), que se verán reflejados en la aparición de sequías (se considera el norte zona de riesgo) y se traducirán en daños en los cultivos, deterioro de la biodiversidad y mayor riesgo de incendios forestales. Los cambios serán más acusados cuanto

mayores sean las emisiones de gases invernaderos, y por tanto mayor el cambio global (Herrero, 2017).

Si el sur fuera más seco, se produciría una disminución de los humedales y con ellos los criaderos de mosquitos; sin embargo, aparecerían otros lugares de cría, al aumentar las aguas estancadas que quedarían al secarse el lecho de las corrientes o los depósitos de agua utilizados por los agricultores para conservar el agua que proviene de la lluvia. En España, las predicciones de cambio señalan a que los inviernos pasarán a ser más lluviosos y cálidos, seguidos de veranos calurosos y secos, condiciones climáticas favorables para el establecimiento y proliferación vectorial. El posible riesgo vendría por la importación e instalación de vectores tropicales y subtropicales adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos (como es el ejemplo de *Aedes albopictus*) (López-Velez y Molina, 2005).

Enfermedad	Agente etiológico	Vector o Filo	Clínica
Enfermedad de Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	garrapata	Artritis, meningitis
Fiebre recurrente endémica	<i>Borrelia hispanica</i>	garrapata	Fiebre recurrente
Malaria	<i>Plasmodium sp.</i>	mosquito	Fiebres palúdicas
Leishmaniosis	<i>Leishmania sp.</i>	flebotomo	
Tricuriasis	<i>Trichuris trichiura</i>	Nematoda	Trastornos digestivos y nerviosos
Teniasis intestinal	<i>Taenia solium</i>	Cestoda	Trastornos digestivos
Amebiasis	<i>Entamoeba coli</i>	Amoebozoa (protozoo)	Disentería amebiana

Tabla 2. Enfermedades parasitarias cuya epidemiología puede verse afectada en España por el cambio climático

4.3 Evidencia del impacto del cambio climático en la salud.

El impacto del cambio climático sobre la salud de las personas, tiene mayor complejidad al tomarse en cuenta que el concepto de salud no es solo la ausencia de enfermedad sino es el bienestar general de la persona y que el ambiente que rodea a cada persona es el principal condicionante de ese bienestar (Sánchez, 2016), por lo que es difícil establecer una conexión directa causa-efecto, clima-enfermedad, y en consecuencia se desarrollan diferentes modelos epidemiológicos predictivos, cuya función principal es determinar el grado de sensibilidad de las diferentes enfermedades a las variaciones climáticas y relación con los brotes infecciosos (Berberian y Rosanova, 2012).

El impacto del cambio climático en la salud incluye:

- Aumento del impacto debido a los eventos climáticos extremos.
- Incremento frecuencia enfermedades respiratorias debido a los cambios de calidad del aire y distribución del polen.
- Aumento incidencia enfermedades de origen alimentario, zoonóticas y transmitidas por agua.
- Cambios en la distribución de enfermedades infecciosas o sus vectores (Tirado, 2010).

4.3.1 Impactos en la salud de los eventos climáticos extremos.

Hablamos de eventos climáticos extremos cuando ocurren con una frecuencia menor del 10% según las observaciones actuales: olas de calor y frío, inundaciones, tormentas, sequías y fuegos, entre otros. Dichos eventos se consideran desastres o emergencias cuando hay una imposibilidad de respuesta por parte de las poblaciones (Tirado, 2010).

El impacto de estos eventos climáticos llega hasta la infancia y la adolescencia, afectando ámbitos claves para el desarrollo de la salud, educación o acceso a aguas y saneamiento.

Unicef alerta de los posibles riesgos para este sector de la población en España de no cambiar los insostenibles patrones de producción y consumo actuales, ya que España es muy vulnerable en cuanto al cambio climático se refiere, y dichos fenómenos se verán incrementados en frecuencia e intensidad si no se toman medidas (Trotta, 2017).

Las sequías pueden provocar contaminación de suelos, tierras agrícolas, agua y alimentos, con patógenos que provienen de humanos y alimentos, lo que se traduce en una disminución al acceso a alimentos y favorecen la malnutrición. Las inundaciones limitan la disponibilidad de agua potable. Las temperaturas extremas aumentan el riesgo de partos prematuros, bebés con menos peso, hospitalizaciones de niños por causas gastrointestinales o enfermedades respiratorias. La contaminación del aire se puede reflejar en retraso en el crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer, síndrome de muerte temprana y mortalidad infantil. Los desastres naturales pueden dañar las infraestructuras, favoreciendo el abandono escolar e incluso, de manera indirecta, la migración (Donoso et cols., 2016; Trotta, 2017).

4.3.2 Aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, zoonosis y calidad del agua.

El cambio climático y la variabilidad afectan tanto a la contaminación microbiológica como química del agua y de los alimentos en cualquier fase de la cadena de producción alimentaria.

Un 80% de las enfermedades infecciosas humanas son transmitidas por animales, y la emergencia y transmisión de muchas zoonosis pueden verse afectadas por el clima (Tabla 3), además se ha comprobado que el cambio climático no solo ha alterado los sistemas de producción de alimentos, la cadenas de suministros y la seguridad alimentaria, sino que también ha modificado la incidencia y prevalencia de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) (Tirado, 2010; Donoso et cols., 2016).

El proyecto de investigación europeo para la adaptación de la salud humana al cambio climático reveló que los casos de salmonelosis han aumentado un 5 a 10 % por cada aumento de 1°C en la temperatura semanal cuando la temperatura ambiente está por encima de los 5°C (Tirado, 2010). En Irlanda se prevé un aumento del 2% en la incidencia de salmonelosis en las próximas décadas resultado del calentamiento global (Donoso et cols., 2016).

Algo semejante ocurre con las vibriosis, ya que en los últimos 15 años se ha observado un aumento bastante significativo en los casos de *Vibrio parahaemolyticus*, que ha pasado de brotes esporádicos a grandes brotes que se atribuyen al consumo de ostras recolectadas en aguas con mayor temperatura (Drake et cols., 2007; Donoso et cols., 2016).

Del mismo modo, se ha visto que el cambio climático tiene un impacto en la contaminación de alimentos con biotoxinas como las producidas por el crecimiento de hongo en las cosechas o toxinas marinas que se asocian a mareas rojas, como se vio en la costa de Galicia, que tras una marea roja reveló la presencia de diflagelados productores de toxinas, que en general solo se localizaban en zonas tropicales y subtropicales (Tirado, 2010).

	Reservorio	Modo de transmisión
Bacterias		
<i>Salmonella</i>	Aves y porcino	Fecal-oral
<i>Campylobacter</i>	Aves	Fecal-oral
<i>Vibrio</i> spp.	Pescado y mariscos	Fecal-oral
<i>Escherichia coli</i> O157	Bovinos y rumiantes	Fecal-oral
<i>Anthrax</i> y <i>Clostridium</i>	Ganado y aves silvestres	Ingestión de esporas en el agua, el suelo y el pienso para animales
<i>Yersinia</i>	Aves, roedores, cerdos	Manejo de cerdos en mataderos
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ganado	Estacionalidad asociada a la alimentación
<i>Leptospira</i>	Animales de granja	Pasto, agua y piensos contaminados por orina
Virus		
Virus de la fiebre del valle del Rift	Ganado y animales silvestres	Manejo de sangre, órganos y leche sin pasteurizar de animales infectados
	Múltiples especies	Mosquitos/hematófagos
Virus Nipah	Murciélagos y cerdos	Contacto con murciélagos y cerdos infectados
Virus Hendra	Murciélagos y caballos	Secreciones de caballos infectados
Hantavirus	Roedores	Aerosol de los roedores, asociado a actividades de desinfección y caza
Rotavirus	Humanos	Fecal-oral, agua contaminada
	Animales de granja y domésticos	Manipuladores de alimentos infectados
Hepatitis E	Animales domésticos y silvestres	Fecal-oral
		Excrementos de cerdos
		Contaminación del agua de riego
		Moluscos
Encefalitis transmitida por garrapatas	Ovejas, cabras	Leche sin pasteurizar
Parásitos		
<i>Cysticercus bovis</i>	Bovino	Fecal-oral
<i>Fasciola hepatica</i>	Ovino, bovino	Huevos que se excretan en las heces (el ciclo involucra a los caracoles)
<i>Toxoplasma gondii</i>	Gatos, cerdos, ovejas	Heces de gato
		Manejo y consumo de carne cruda infectada
<i>Cryptosporidium</i>	Bovino, ovejas	Fecal-oral
		Agua
		Contacto con heces de ganado
<i>Giardia</i>	Bóvidos, gatos y perros	Fecal-oral
		Agua

Tabla 3. Enfermedades zoonóticas susceptibles a ser afectadas por el cambio climático y variabilidad del clima (Informe SESPAS 2010).

4.3.3 ¿Cómo interviene el clima en las enfermedades infecciosas?

Afecta de manera directa e indirecta sobre la distribución geográfica, estacionalidad y la incidencia de muchas enfermedades, transmitidas por vectores, que son endémicas o en regiones colindantes. El aumento de la incidencia de dichas enfermedades se manifiesta con mayor facilidad en las zonas cercanas a los límites geográficos de distribución (Tirado, 2010).

En España, podrían verse aumentadas ciertas enfermedades vectoriales como algunas transmitidas por mosquitos (dengue, enfermedad del Nilo occidental, malaria) o garrapatas (encefalitis). La presencia constante de la leishmaniosis en el sur de Europa, incluida España, hace posible que se extienda hacia el norte del continente (Tirado, 2010).

El impacto climático sobre las enfermedades infecciosas está principalmente relacionado con el comportamiento humano, efectos sobre el patógeno y vector que causan la enfermedad. Existe una relación directa entre los factores climáticos y los patógenos que provocan enfermedades infecciosas (Berberian y Rosanova, 2012).

4.4 Propagación y distribución geográfica de los parásitos

El medio ambiente tiene un papel vital en la distribución de los parásitos debido a las múltiples condiciones y factores que determinan su viabilidad, facilitando o impidiendo el desarrollo de los parásitos. Cada especie de parásito requiere unas determinadas condiciones del medio para desarrollarse, expandirse y propagarse (Gállego, 2007).

4.4.1 Factores que dependen del parásito

Entre ellos encontramos las formas metacíclicas para garantizar la invasión de nuevos hospedadores y la forma de diseminación mediante las cuales van a producir infección o infestación, que pueden ser entre otras: aguas contaminadas, suelos, artrópodos, animales domésticos, de personas a persona, autoinfestación, por el viento, etc. y aseguran que el parásito sea capaz de sobrevivir en ciertas condiciones y llega a sus hospedadores (Costamagna y Visciarelli, 2008).

Tal es el caso de muchos protozoos como amebas o flagelados, cuyas formas activas desarrolladas en el hospedador están ausentes de protección frente a los factores ambientales, sin embargo desarrollan formas de resistencia (quistes, ooquistes) con cubiertas duras y permanecen viables en el medio externo. Del mismo modo los huevos de helmintos

poseen cubiertas aislantes, capaces de conservar su viabilidad en el medio externo (huevos áscaris y de *Trichuris trichiura*, entre ellos) (Figura 6) (Gállego, 2007).



Figura 6. Izq y Dcha: Huevo de *T.trichiura* con tinte de yodo y sin tinte. Centro: tricuris adulta (Fuente: CDC). [Traducida]

4.4.2 Factores que dependen del Medio Ambiente

Los parásitos se pueden distribuir y propagar por diferentes geografías siempre y cuando las zonas que habiten cumplan las características adecuadas para su desarrollo.

4.4.2.1 Biotopos

Zona de un área geográfica que reúne las condiciones ambientales determinadas para el desarrollo y propagación de cada parásito en particular. El biotopo idóneo está formado de suelos sueltos, aireados y húmedos, con vegetación que los proteja de la desecación y de la radiación solar directa, dentro de unos límites de temperatura. (Gállego, 2007).

Para poder desarrollar las larvas acuáticas, cada especie de mosquito necesita un biotopo acuático idóneo; por ejemplo especies de *Anopheles plúmbeus* y *Aedes echinus* (Figura 7) necesitan aguas con alto contenido en materia orgánica acumuladas en las oquedades de los cruces de ciertas especies arbóreas, fundamentalmente alcornoques y encina (Ruiz, 2014).

Por otro lado, las especies de *Aedes caspius* se desarrollan en pozas rocosas de las costas con una alta concentración salina. Otras, como las de ciertos *Anopheles* prefieren colecciones acuáticas amplias y profundas, sombreadas por una densa vegetación (Gállego, 2007).



Figura 7. Hábitat típico de larvas de *A.plúmbeus* y *A.echinus* (Fuente: Diputación de Huelva, 2014).

4.4.2.2 Biocenosis

Comunidad de organismos animales y vegetales que ocupan un mismo biotopo y establecen interdependencias entre ellos, de tal modo que los vegetales sirven de alimento a los animales herbívoros (caracoles, peces, insectos), y éstos, a su vez, alimentan a los carnívoros (ranas, serpientes), los cuales, con sus excrementos y, después, ya muertos, con su descomposición,

devuelven al fondo del estanque la materia mineral sustraída por los vegetales, y vuelven a empezar el ciclo (García, 2012).

La botriocelosis necesita como componente de dicha biocenosis, la presencia de crustáceos y peces para asegurarse que el ciclo larvario del cestodo continua, como la de otros organismos vegetales y animales, que posibiliten la vida de estos crustáceos y peces (Figura 8) (Gállego, 2007).

Del mismo modo *Fasciola hepática* (duela hepática) necesita la presencia de caracoles pulmonados de agua dulce del género *Lymnaea* spp que actúan como hospedadores intermediarios para poder completar su ciclo (Figura 9) (CDC, 2013).



Figura 9: Izquierda y centro: huevo y adulto de *Fasciola hepática*. Derecha: *Fossaria bulamoides*, un hospedador de caracol para *F. hepática*. (Fuente: CDC, 2013) [Traducida].

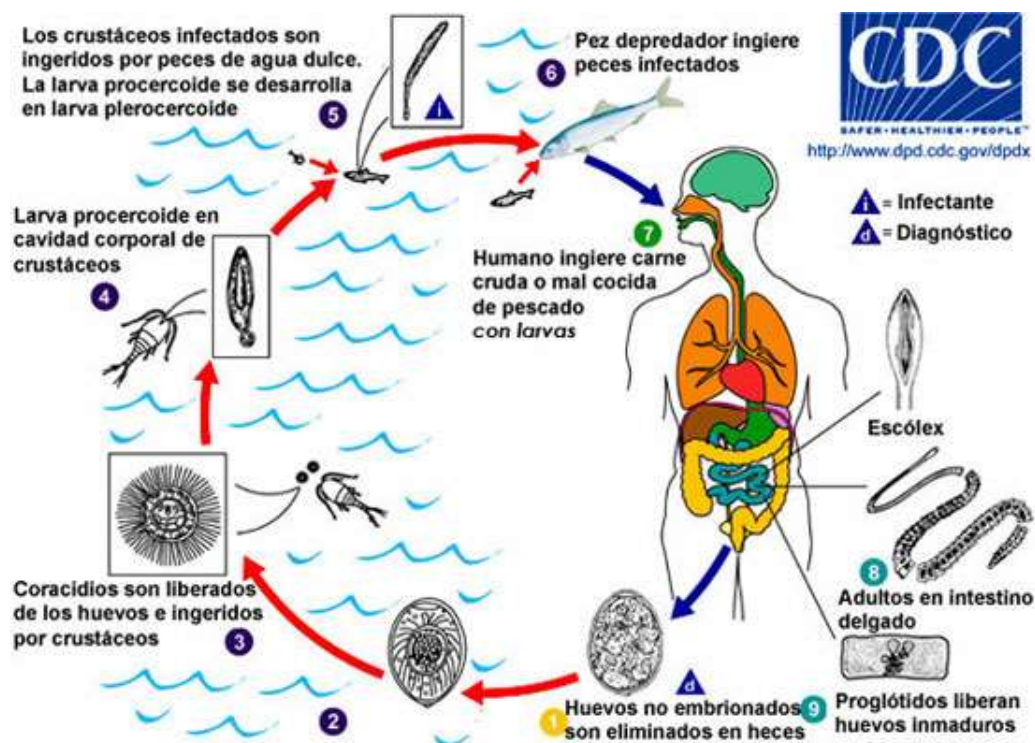


Figura 8. Ciclo biológico de *Diphylobothrium latum* (Fuente: CDC) [Traducida].

4.4.3 Influencia de los factores ambientales en las parasitosis

Se sabe que las condiciones medio ambientales representan un nexo ineludible teniendo en cuenta que regulan las relaciones del patógeno, vector/hospedador con el clima, condiciones

meteorológicas, hábitats, ecosistemas, urbanización y contaminación. Los cambios climáticos parecen influir sobre la distribución temporal y espacial, así como sobre la dinámica estacional e interanual de patógenos, vectores, hospedadores y reservorios. Puede dificultar o facilitar la supervivencia y desarrollo de los elementos parásitos y la transmisión de las formas infectantes a los hospedadores directamente o mediante vectores (Sánchez, et cols., 2009).

Los factores están constituidos por los cambios climáticos, tales como la temperatura y la humedad; por factores derivados de la estructura y composición del suelo; por la luz solar y la presencia o ausencia de plantas o animales. En el caso de los parásitos del hombre, también influyen factores socioecológicos, económicos y culturales (Sánchez et cols., 2009).

4.4.3.1 Factores abióticos

El clima (temperatura, humedad, pluviometría, viento e irradiación solar) y los factores edáficos e hídricos, son los factores abióticos que tienen mayor importancia e influencia en la distribución de focos naturales de parásitos y de las parasitosis por ellos causadas (Gállego, 2007). La distribución geográfica y la dinámica poblacional de las enfermedades vectoriales, se relaciona principalmente con los patrones de temperatura, lluvias y humedad (Berberian y Rosanova, 2012).

Las modificaciones en precipitación y pluviometría pueden dar lugar a condiciones locales más húmedas o secas y así influir sobre el rango de supervivencia, estacionalidad y viabilidad de los estadios exógenos de muchos helmintos en el suelo y dentro de sus hospedadores intermediarios moluscos y en insectos vectores (Rodríguez et cols., 2013).

A) Temperatura ambiente

Es el factor climático de mayor importancia, pues tiene un gran impacto en el desarrollo del ciclo evolutivo que el parásito debe cumplir en el organismo del vector aumentando o disminuyendo la supervivencia, condiciona la tasa de crecimiento de la población de estos, cambia la susceptibilidad del vector a los patógenos, modifica el periodo de incubación extrínseca del patógeno en el vector y cambia la actividad y patrón de transmisión estacional (Bett et cols., 2017).

La temperatura tiene mayor influencia en el caso de parásitos monoxenos; al aumentar la temperatura del agua, las larvas de los mosquitos tardan menos tiempo en madurar y, aumenta el número de crías durante la estación de transmisión. Se acorta el período de metamorfosis huevo-adulto, reduciéndose así, el tamaño de las larvas y generándose adultos en un tiempo más corto, pero estos son más pequeños, por lo que las hembras tienen que tomar sangre con más frecuencia para llegar a poner huevos, lo que provoca un aumento de la

tasa de inoculación El calentamiento global favorece el desarrollo de los vectores. Las temperaturas más altas aceleran el metabolismo de los insectos, incrementan la producción de huevos y la necesidad de alimentarse (Vélez-López y Molina, 2005). El período de incubación extrínseco (tiempo que tarda el artrópodo desde que se infecta hasta que es infectante) guarda una relación directa con la temperatura: a mayor temperatura el tiempo es menor. Muy probablemente, el efecto del cambio climático sobre las enfermedades transmitidas por artrópodos se observará al variarse los límites de temperatura de transmisibilidad: 14-18°C como límite inferior y 35-40°C como superior. Un mínimo aumento del límite inferior podría dar lugar a la transmisión de enfermedades, mientras que un incremento del superior podría suprimirlo (por encima de los 34°C se acorta sustancialmente la vida del mosquito). Sin embargo, en torno a los 30-32°C la capacidad vectorial puede modificarse sustancialmente, ya que pequeños incrementos de temperatura acortan el período de incubación extrínseca, aumentándose la transmisibilidad (Berberian y Rosanova, 2012).

A.1) Así, un caso emblemático es el de la malaria, también conocida como paludismo, transmitida por el mosquito *Anopheles*, que se desarrolla en climas cálidos y húmedos, en áreas selváticas tropicales alrededor de viviendas rurales y que es el causante de 350-500 millones de casos por año y más de un millón de muertes (Cerde et cols., 2008; Berberian y Rosanova, 2012).

La transmisión del paludismo está claramente influenciada por el clima, ya que la transmisión no ocurre en climas donde el mosquito no puede sobrevivir (Reiter, 2000). Las condiciones ideales son temperaturas mayores de 20°C, considerándose la temperatura óptima entre 25-26°C, para que el ciclo del parásito en el mosquito se produzca con la máxima rapidez, con llegada de esporozoitos o formas metacíclicas a glándulas salivares en 10-12 días, pero, el período de tiempo que tarda *Plasmodium* en desarrollarse al interior del anófeles disminuye a medida que aumenta la temperatura ambiental (tiempo que se prolonga si las temperaturas son inferiores a 22°C, y los esporozoitos (forma infestante) no llegan a formarse cuando la temperatura se mantiene por debajo de 18°C), hecho que podría favorecer una mayor transmisibilidad de esta enfermedad conforme aumenta el clima planetario (Cerde et cols., 2008).

Sin embargo, las temperaturas aumentan y se alteran los patrones de lluvia, el mosquito anófeles expande su hábitat hacia mayores latitudes y altitudes consideradas áreas libres de malaria, encontrando en dichas zonas un alto número de personas susceptibles, ya que en los últimos años se han observado cambios entomológicos en relación a la aparición de

adaptaciones biológicas del mosquito a situaciones inhabituales como la supervivencia a mayores alturas (>2600m) y a menores temperaturas (hasta 8°C) (Gállego 2007; Cerda et cols., 2008).

El cambio climático no es la única variable que explica el resurgimiento de la malaria en diversas áreas del planeta, sino también la falta de medidas de prevención en países como los de África, donde se concentra el 90% de los casos mundiales, y también una serie de factores complementarios tales como han sido el incremento de la resistencia a antimaláricos, la cesación de medidas de control vectoriales, deforestación y las migraciones humanas (Cerda et cols., 2008).

Tanto científicos como autoridades sanitarias han intentado derrotar a las especies de *Plasmodium* mediante programas de erradicación con insecticidas, que han tenido cierto éxito en Norteamérica, Europa y Australia, lo cual hizo concebir grandes esperanzas de que podría lograrse la erradicación mundial de dicha enfermedad; sin embargo, la aparición de resistencia a los insecticidas por parte de los mosquitos junto con abundantes e imprevisibles fallos humanos en las labores de campo, hacen aparecer hoy día como menos brillantes las expectativas de lograr la erradicación de la malaria a escala mundial, razón por la cual el problema en los últimos años ha sido abordado con el empleo de una vacuna de *Plasmodium falciparum* que ha proporcionado resultados parciales, ya que no inmuniza frente a otras especies de *Plasmodium*, por lo que lamentablemente, ninguna de estas estrategias por ahora ha dado los resultados esperados y la malaria continua provocando la muerte a millones de personas año tras año (Sánchez, 2000).

A.2) Otro caso es el de *Ascaris lumbricoides* (lombriz intestinal del hombre), helmintiasis transmitidas por el suelo. Los huevos son eliminados de las heces de un hospedador infectado, y permanecen en el medio ambiente hasta que sean ingeridos por un hospedador susceptible o entre en contacto con ellos. La prevalencia de esta parasitosis tienden a aumentar bajo condiciones cálidas y húmedas tanto en poblaciones humanas como animales, ya que las condiciones pueden acelerar el desarrollo y prevenir desecación (Bonnell et cols., 2016).

Para que los huevos lleguen a ser infectantes, necesitan temperaturas superiores a 15°C e inferiores de 40°C, y se ha visto que bajo condiciones en las que se superan los rangos de temperaturas anteriores, es probable que la longevidad de los huevos en el ambiente esté ligada a la cantidad de vegetación que tenga el hábitat (Bonnell et cols., 2016).

A.3) Para las poblaciones de *Cochliomyia hominivorax*, se podría pensar que ante un aumento de temperatura pudieran acortar su ciclo, aumentar sus poblaciones, lo que supondría mayores tasas de infestación, puesto que se sabe que ese factor resulta crucial para la biología del agente. Además el insecto tiene una gran capacidad adaptativa y un ejemplo lo constituye que al ser introducido de forma accidental en Libia en 1989 por un ovino de América Latina, se estableció y propagó rápidamente, pero después fueron necesarios tres años de lucha para lograr la erradicación del ectoparásito (Rodríguez et cols., 2013).

A.4) Las garrapatas son ectoparásitos artrópodos que dependen, para la realización de parte de su ciclo biológico del hospedador, sin embargo, son directamente afectados por las condiciones ambientales. Su vida media puede exceder los tres años dependiendo de las condiciones climáticas, pueden sobrevivir a temperaturas de hasta -7°C , recuperando la actividad vital a los $4-5^{\circ}\text{C}$. Son muy sensibles a los cambios mínimos de temperatura, como lo confirma que tan sólo una isoterma de 2°C condiciona la transmisión en África del Sur y del Este de la fiebre botonosa y la enfermedad de Lyme, transmitidas por *Rhipicephalus sanguineus* e *Ixodes ricinus*, respectivamente (Rodríguez et cols., 2013). La disminución de la humedad reduce de forma notoria la viabilidad de los huevos. Un leve cambio climático podría aumentar la población de garrapatas, extender el período estacional de transmisión y desplazarse la distribución hacia zonas más septentrionales. Afortunadamente, para ciertas enfermedades como la encefalitis transmitida por garrapatas, el cambio climático proyectado mantendría aún más alejados los focos de esta enfermedad en España (Vélez-López y Molina, 2005).

En un escenario futuro, el norte de Europa será más lluvioso y menos frío, y en consecuencia, propiciará el desarrollo de las garrapatas, situación contraria a lo que sucedería en el sur del continente con un clima predominantemente caluroso y seco (Cortés, 2010). En España, para *I. ricinus* (localizada en la Cornisa Cantábrica, sierra de Cameros en La rioja y algunas poblaciones de Guadarrama y norte de Cáceres) es muy sensible para el calentamiento climático, y los modelos proyectan que la especie desaparecería del país aunque podrían quedar ciertas poblaciones en zonas frías de Asturias y Cantabria (Vélez-López y Molina, 2005).

B) Humedad relativa del medio

Es otro de los factores cruciales, usualmente ligado al factor térmico citado anteriormente.

B.1) La uncinariasis constituye otro problema médico y sanitario grave; así *Ancylostoma duodenale*, localizado en el sur de Europa, norte de África, India, China y Japón, evoluciona en el medio externo a partir de huevos que llegan al suelo junto con las heces del hospedador y

las larvas que nacen deben transformarse dos veces para formar a las larvas terciarias o estrogiloide envainada, que son la forma metacíclica infestante por vía cutánea.

Los huevos de estos helmintos se desarrollan mejor en terrenos arenosos, con abundante vegetación que produce sombra y permite mantener la estabilidad de temperatura y humedad del suelo. La forma infestante no se forma si el medio ambiente es árido y, como consecuencia el parásito sólo se extiende por zonas tropicales y húmedas o en determinadas áreas de las templadas en las que encuentra condiciones de humedad y temperatura idóneas para el desarrollo de formas larvianas de vida libre, puesto que la infección no existe cuando la temperatura ambiental es fría e inferior a 10°C (Neghme y Silva, 1971; Gállego, 2007).

Finalmente, depende también de las condiciones sociales y laborales de la población, que dan oportunidad a las larvas infestantes de establecer contacto con la piel de las personas (labores agrícolas en ausencia de calzado, prácticas de alfarería, riego con aguas negras etc.) (Figura 10) (Gállego, 2007).



Figura 10. Riego con aguas negras
(Fuente: International Water Management Institute).

Dentro de las uncinariasis de origen africano destacamos también, *Necator americanus* (Figura 11), (características similares a la anterior), que ha reducido su área de expansión a zonas tropicales porque necesita unas condiciones de temperatura (28-32°C) y humedad (superiores que para el caso de *Ancylostoma*) óptimas, condiciones que coinciden con algunos cultivos tropicales, como los del plátano, te o café (Figura 11) (Gállego, 2007).

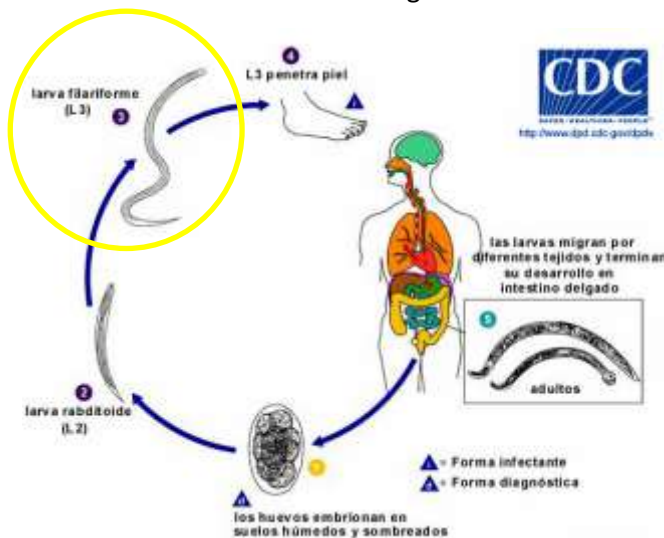


Figura 11. Ciclo biológico *Necator americanus* (Fuente: CDC) [Traducida y modificada].

C) Pluviometría

Ejerce un efecto destacable sobre los parásitos. Un aumento de las precipitaciones podría aumentar número y calidad de los criaderos de vectores y la densidad de vegetación que

proporcionaría ecosistemas donde posarse, donde vivir mejor y con más alimento. Las inundaciones, por el contrario, tienen un efecto catastrófico ya que disminuyen las fuentes de alimentación y eliminarían el hábitat de vectores y vertebrados, pero obligarían a los vertebrados a un contacto más estrecho con los humanos (Berberian y Rosanova, 2012; Patz et cols., 2003).

Las sequías en lugares húmedos harían los cursos de los ríos más lentos, creándose así remansos que también aumentarían los sitios de cría y darían lugar a una mayor deshidratación del vector, lo que le obligaría a alimentarse con mayor frecuencia, que se traduce en un aumento del número de picaduras (López-Vélez y Molina, 2005).

C.1) Esta influencia se ve claramente manifestada en el caso de las tripanosomosis humanas que conocemos como Enfermedad del sueño, que ocurre en 36 países del África tropical, transmitidas al ser humano por la picadura de una mosca vulgarmente conocida como tsé-tsé (Figura 12 y 13) infectada por otras personas o animales que albergan parásitos patógenos humanos (activa durante todo el día y tanto hembra como machos pueden transmitir la enfermedad). Se distribuyen en dos grupos, el grupo palpalis (*Glossina palpalis*, *G.tachinoides*, y otras) y el grupo morsitans (*G.morsitans* y *G.pallipides*).

Las del primer grupo se relacionan con zonas occidentales y centrales del África tropical, con zonas donde se desarrolla la selva tropical húmeda y en las que las precipitaciones lluviosas son constantes casi todo el año, excepto un par de meses invernales o secos, ya que las condiciones óptimas para que se desarrollen (28°C de temperatura y humedad relativa superior al 70%) se dan en dichas zonas durante casi todo el año (Naranjo, 2017).



Figura 12. Izquierda y derecha: *Trypanosoma brucei*. En frotis de sangre delgados manchados con Giemsa. Centro: mosca tsé-tsé (Fuente: CDC) [Traducida].

A diferencia de las ya nombradas, las del segundo grupo, están acostumbradas a un clima caracterizado por una temperatura similar, pero con pluviometría y humedad ambiental más baja, es decir, las típicas zonas de la sabana del África Oriental (Gállego, 2007). Esto va a su vez ligado a la subespecie que vehiculizan, *Trypanosoma gambiense* para el primer grupo, que representa hoy en día más del 97% de los casos notificados de enfermedad del sueño y causa una infección crónica. La persona puede estar infectada meses o incluso años sin presentar

síntomas importantes. Cuando la sintomatología aparece, es frecuente que la enfermedad ya esté muy avanzada, en la etapa de afección del sistema nervioso central. Con respecto al segundo grupo *T.rhodesiense*, representa menos del 3% de los casos notificados, y provoca una enfermedad del sueño de tipo más grave y aguda que puede llegar a ser mortal si no recibe tratamiento, ya que los signos y síntomas se observan a las pocas semanas o a los pocos meses después de la infección. Para ésta última, algunos pueblos de Kinshaha elaboran trampas artesanales para estos parásitos, el problema es la falta de fondos y recursos de los que disponen (Naranjo, 2017; OMS 2017).



Figura 13. Mosca tsé-tsé muerta capturada en una trampa. (Fuente: El País, 2017)

D) Radiación solar

Los rayos solares, y en particular las radiaciones UV, intervienen en la síntesis de vitamina D3, indispensable para metabolizar calcio y fósforo, y ofrecen la posibilidad a los organismos ectotermos de obtener una temperatura apropiada para que puedan llevar a cabo su metabolismo. Del mismo modo, influyen de forma importante y variable sobre las formas infestantes de muchos parásitos.

Las investigaciones sobre los efectos de dichas radiaciones en los ecosistemas terrestres, directa o indirectamente, son relativamente nuevas. Los estudios llevados a cabo en condiciones naturales presentan dificultades debido a la gran variación en la cantidad y calidad de radiación que llega a los organismos por lo que son muchos los estudios que se hacen con radiación UV artificial para poder extrapolar los efectos (Fernández et cols., 2013).

Un estudio para ver la inactivación de *Cryptosporidium spp.* y *Giardia lamblia* en un medio artificial reveló presencia de ooquistes viables, es decir de muestras positivas, hasta una duración de siete horas de tratamiento de luz UV. A partir de las ocho horas no se observó ningún ooquiste viable, tanto para *Cryptosporidium spp.* como para *Giardia lamblia* en todas las muestras y repeticiones subsecuentes. El resultado de la exposición de los microorganismos a la luz UV mostró que la viabilidad desaparece a partir de las ocho horas de exposición para ambos parásitos (Torres et cols., 2014).

Otro caso se observa en los huevos de helmintos, los de Áscaris (Figura 14) poseen una gruesa cubierta pigmentada que le da mayor resistencia. Los de anquilostomas al tener una cubierta muy fina y sin pigmentar están menos protegidos (Figura 15) y las larvas que nacen de estos, al

ser liberadas en el suelo, son destruidas en terrenos descubiertos, mientras que con unas condiciones térmicas similares sobreviven al localizarse en terrenos sombreados por la vegetación circundante (Gállego, 2007).



Figura 14. Huevos *Áscaris lumbricoides* (Fuente: CDC).



Figura 15. Huevo *Ancylostoma duodenale* (Fuente: CDC).

E) Factores edáficos e hídricos

El suelo influye indirectamente en el mantenimiento de unos valores térmicos o higrométricos favorables para el desarrollo de formas libres de parásitos.

En el caso de los dípteros ciclorrafos, (moscas en sentido estricto), se ve afectadas por la estructura del suelo, puesto que sus larvas sufren el proceso de pupación, por el que se transforman en insectos adultos, profundamente enterradas en el suelo, protección que se verán incapaces de conseguir si los suelos son arcillosos duros y compactos. Los caracteres del medio hídrico, que dependen a su vez de una compleja serie de factores como pH, tensión de oxígeno, conductividad y turbidez del agua, contenido en materia orgánica, velocidad de corrientes, etc., limitan el desarrollo de las larvas acuáticas de muchos insectos a tipos de aguas con características muy concretas para cada especie (Gállego, 2007).



Figura 16. Hembra *Simulium* sp. "mosca negra" (Fuente: Pbase, 2008).

Los simúlidos (Figura 16), dípteros responsables de la transmisión de las filarias del género *Onchocerca*, habitan tanto el ambiente acuático como terrestre (Figura 17). En el ambiente acuático son considerados como organismos beneficiosos en la cadena alimenticia y es en el ambiente terrestre cuando cobran protagonismo por el impacto que causan en el hombre y la fauna (Vitta et cols., 2016).

Como muchos otros dípteros, los simúlidos destacan por su trascendencia epidemiológica. Sus picaduras provocan molestias, causando reacciones locales con prurito y edema (Vitta et cols., 2016). Las larvas requieren para poder desarrollarse aguas limpias y muy oxigenadas, ya que durante su desarrollo viven fijadas al sustrato y requieren, al no poder contactar con el

oxígeno atmosférico, una elevada concentración del mismo en el agua en el cual se desarrolla, condiciones que se dan en los cursos de aguas rápidas y turbulentas o sobre hojas o ramas o bien en sustratos pedregosos libres de algas y fango que permiten su fijación (Figura 18) (Vitta et cols., 2016).

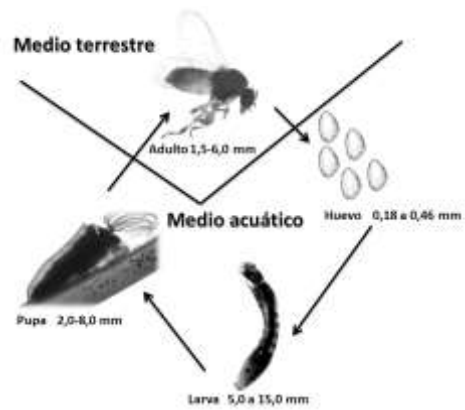


Figura 17. Ciclo biológico simúlidos y morfología de cada estado de desarrollo. (Fuente: Laboratorio de Entomología, INIA La Platina,

Por otro lado, producen pérdidas económicas a nivel regional al provocar la perturbación de la actividad agrícola-ganadera. Esto se debe a que el personal que se dedica a tareas agropecuarias no puede desarrollar normalmente sus actividades al aire libre, disminuyendo su productividad. El impacto sobre la ganadería se debe a que los animales no se alimentan adecuadamente por la acción de los jerjeles, provocando así una reducción en la producción de carne o leche. A esto debe sumarse el problema socioeconómico ocasionando, como pueden ser , pérdidas en la actividad turística ya que los ataques de estos insectos pueden ser tan intensos como para inhibir actividades al aire libre como camping, pesca o recreación y deportes (Vitta et cols., 2016).



Figura 18. Focos de crianza externos al caudal de un río. (Fuente: Laboratorio Entomología INIA, 2015).

F) Viento

Se encarga de permitir el transporte a distancia de algunos vectores, que pueden así expandir sus áreas de distribución, o bien, impide la actividad de vuelo de otros parásitos. Se ha demostrado la relación entre la variabilidad climática interanual, cuyo principal modulador es el evento El Niño/Oscilación del Sur (ENSO), y sus dos fases extremas con la emergencia, reemergencia o intensificación de enfermedades tropicales, con graves impactos sociales, económicos y en salud para diferentes regiones o países (Acosta, 2016).

F.1) Lo flebótomos, dípteros vectores de las leishmaniosis, se puede encontrar tanto en áreas desérticas, como en aquellas húmedas y oscuras con abundante vegetación como las selvas tropicales, prefiriendo estas últimas. Se han encontrado además en la floresta, huecos de los árboles, madrigueras de roedores, áreas peri-domésticas y dentro de los domicilios, especialmente en los cuartos de baño, gustando de la humedad y las grietas o surcos de las paredes. Descansan de día en los rincones, entre las piedras, muros de contención, situados normalmente a las fueras de los pueblos (Figura 19) o troncos de los árboles, volando al atardecer y la noche entre mayo y octubre cuando las temperaturas (15-28°C) y la humedad (60-100%) son óptimas para su ciclo vital. Los cambios ambientales y la deforestación, entre otros factores, los han acercado a la periferia de las poblaciones (Flores, 2015).

En las zonas cálidas de nuestra geografía están presentes todo el año. En España, somos zona endémica y existen dos picos de máximo riesgo donde hay más cantidad de hembras ingiriendo sangre: junio y septiembre-octubre, aunque el cambio climático está extendiendo a otras zonas geográficas y está alargando los meses en los que el flebótomo es más activo (Flores, 2015). Es altamente probable que la leishmaniosis cutánea antroponótica causada por *Leishmania tropica*, en la actualidad solo presente en África y Oriente medio, puede emerger en cualquier momento al Sur de Europa (López-Velez y Molina, 2005).



Figura 19. Muro de contención de piedra. (Fuente ICA Ingenieros)

4.4.3.2 Factores bióticos

Destacamos la flora y la fauna que como ya se ha mencionado van a influir en el mantenimiento, propagación y dispersión de un gran número de parásitos o de sus vectores y la presencia de hospedadores intermediarios y vectores, puesto que sin su presencia sería imposible el desarrollo de los ciclos biológicos y la continuidad del parasitismo en su foco natural (Gállego, 2007; Costamagna y Visciarelli, 2008).

4.4.3.3 La actividad humana

El ser humano es sensible al cambio global que él mismo está generando. Sus cambios poblacionales afectan a la biodiversidad y a los ecosistemas.

A. Hacinamiento de comunidades humanas

En condiciones de hacinamiento existe pérdida de los hábitos higiénicos y limitación a los accesos de agua potable y otros servicios sanitarios, incluso de alimentos. En estas situaciones, aumenta el riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias como las transmitidas por piojos y/o las de transmisión fecal.

Se puede tomar como ejemplo, *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*, parásitos cosmopolitas que son capaces de subsistir en diversos climas y regiones geográficas cuando encuentran facilidades mínimas para alcanzar nuevos hospedadores. Ambos protozoos son observados con mayor frecuencia en sectores con alta densidad de población, o en pequeños grupos de individuos que viven hacinados (como el caso de cárceles, escuelas y guarderías entre otras); es decir, de acuerdo a la biología de estos parásitos, su frecuencia está condicionada del grado de contacto que hay entre las personas. Estos fenómenos, agravados por factores económicos y culturales, contribuyen a la formación de comunidades que están al margen de los beneficios del saneamiento. Su ignorancia los lleva a la práctica de hábitos y actitudes higiénicas perniciosas que favorecen la transmisión de las formas infectantes de estos parásitos a otros miembros del grupo familiar y de la comunidad (Neghme y Silva, 1971).

B. Las migraciones forzadas

En 2010 se estimó que 214 millones de personas migraron fuera de su país de origen, y se estima que el calentamiento global obligará a migrar a 150 millones de personas de aquí a final de siglo, según un informe de la ONU. Como consecuencia de estas migraciones, también ha existido movimiento de agentes patógenos transmitidos por los alimentos a diferentes regiones del mundo (Donoso et cols., 2016).

Los inmigrantes pueden traer con ellos una gran variedad de patógenos tropicales, la posibilidad de su diseminación a la comunidad española se creía que era muy pequeña, debido a que en nuestro país no existen las condiciones climáticas y ambientales necesarias, faltan los hospedadores intermediarios y los vectores apropiado, sin embargo el cambio climático está afectando mucho.

Algunos de los parásitos que podemos encontrar fácilmente en personas de diferente procedencia como *Taenia saginata* en los que proceden de África, *Fasciolopsis buski* en Asia,

Opisthorchis viverrini y *Clonorchis sinensis* en sudeste asiático, *Taenia solium* en sur de Asia y *Diphyllobotrium spp.* y *Felineus opisthorchis* en Europa del Este (Robertson et cols., 2014).

Otros ejemplos de migraciones de parásitos lo representa el caso de *Onchocerca volvulus* que pasó desde el África Tropical a las regiones tropicales de Centroamérica por las migraciones forzadas de esclavos o casos de la Enfermedad de Chagas en España por migrantes procedentes de países con alta endemicidad, como Bolivia, ha ido aumentando en los últimos años (López-Vélez et cols., 2007).

C. Los hábitos alimenticios de las comunidades humanas

Están aumentando por el hábito de comer alimentos crudos, ya en 2012 la OMS había alertado de que cada año se producen más de 56 millones de casos de trematodiasis de transmisión alimentaria en todo el mundo (en 2005 se registraron 7.000 fallecimientos por este tipo de parasitosis) una infección causada por gusanos llamado 'duelas' que se produce al comer pescado, marisco o verduras crudas o poco cocidas que tienen en su interior las larvas de este parásito (OMS, 2017).

Las especies que con mayor frecuencia afectan a los humanos son *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchi felinus*, *Fasciola hepatica* y *Paragonimus westermani*, y en algunos casos puede acabar causando la muerte. Se trata de una infección muy extendida ya que se han notificado casos en más de 70 países, siendo las regiones más afectadas Asia sudoriental y América Latina, donde las trematodiasis de transmisión alimentaria representan un problema sanitario de importancia. La transmisión en regiones infectadas suele limitarse a ciertas zonas y se relaciona con factores conductuales y ambientales, como los hábitos alimentarios de las personas, métodos de producción y preparación de los alimentos y distribución de las especies de hospedadores (OMS, 2017).

Cabe destacar por una parte, la triquinosis que se asocia con problemas por el faenamiento de los cerdos, ya que entre 1986 y 2010 se registraron 65.818 casos de triquinosis en humanos con la muerte de 42 personas (Donoso et cols., 2016). Por otra parte, cobra importancia la teniasis, causada por *Taenia solium*, que se adquiere al ingerir larvas del parásito *Cisticercus cellulosae* cuando comemos carne cruda de cerdo o insuficientemente cocida. Aunque causa pocos síntomas puede tener efectos devastadores para la salud, afecta a comunidades rurales de los países en desarrollo de África, Asia y América Latina y poblaciones con creencias musulmanas y judaicas se encuentran exentas por su religión. (Selstad y Robertson, 2015; OMS, 2017).

En la actualidad, el consumo de carnes de fauna exótica significa la incorporación de carnes de caza a restaurantes exclusivos, tanto en Europa como en Estados Unidos, generándose así un riesgo alimenticio, tal es el caso de *Alaria alata* en carne de jabalí procedente de Hungría que se ha notificado en Francia o *Spirometra mansoni spargana* encontrada en ancas de rana importadas desde Indonesia a los Países Bajos (Donoso et cols., 2016).

D. La alteración del medio por el hombre

La urbanización aumenta la densidad de hospedadores humanos susceptibles y aumenta la tasa de transmisibilidad para el mismo número de vectores, por lo que el desarrollo urbano en zonas de extrarradios cercanas a zonas rurales o boscosas provoca aumento del contacto con el hombre, vectores y reservorios selváticos. En relación a la deforestación permite la entrada de humanos en el bosque y transforma la superficie en terreno agrícola, lo que daría un aumento en el número de posibles criadores de vectores y contacto del hombre con reservorios y vectores. La superficie acuática se ve aumentada por los planes de irrigación y abastecimiento de aguas y previenen que ocurran fenómenos climáticos extremos (inundaciones y sequías), aumentando también los criadores de vectores.

Con respecto a la contaminación química por fertilizantes, pesticidas, herbicidas y residuos industriales pueden influir en el sistema inmune del hombre de manera negativa, haciéndolo más susceptibles a las infecciones. (Vélez-López y Molina, 2005; Losada et cols., 2014).

Ejemplos de la alteración del medio por el hombre, son el caso de las obras de drenaje y desecación en áreas del Valle del Po (Llanura Padana, Italia) decisivas para el proceso de desaparición del paludismo, al eliminarse los biotopos selectivos de los mosquitos anofelinos. La construcción de la presa de Assuán en Egipto (Figura 20), destinada al incremento de los cultivos agrícolas en el Valle del Nilo no tuvo los resultados esperados, puesto que los canales de riego, se vieron invadidos por caracoles acuáticos (hospedadores transitorios de *Schistosoma haematobium*) que facilitaron la expansión del parasitismo entre los agricultores de las nuevas zonas de regadío. (Gállego, 2007).



Figura 20. Vista satélite de la presa de Assuán.

Las modificaciones en los terrenos afectan a los parásitos tanto de forma positiva favoreciendo su asentamiento o de forma negativa, dando la desaparición de especies que ya existían en la zona que ha sido alterada por el hombre. Así sucedió en la deforestación de ciertas zonas de

Camerún, que trajo consigo la llegada de una especie de *Schistosoma*, (*S.intercalatum*) y provocó la desaparición de *S.haematobium* debido a que las nuevas condiciones perjudicaban a su hospedador intermedio *Pyroghysa forskali* (Gállego, 2007).

En relación a la esquistomiasis, se destaca que ha saltado el Mediterráneo. Hace tres años que el parásito que causa la enfermedad se detectó en personas que se habían bañado en el río Cavu (Córcega), y el Centro Europeo de Control de Enfermedades (ECDC) investiga el brote, que ha afectado a 11 individuos. La enfermedad la causa *Schistosoma haematobium*, que pasa en forma de larva de caracoles (Figura 21) de río a personas y una vez llega a su hospedador, se distribuye por la sangre, pone sus huevos (Figura 22), y estos causan una reacción inmune que afecta a los tejidos (piel, cerebro, ganglios, músculos e incluso ojos). Puede causar problemas gastrointestinales, fallo renal, hematuria, sepsis, cáncer de vejiga, parálisis e infecciones cerebrales. Además, causa complicaciones genitourinarias, que es como se ha descubierto, ya que los afectados han estado mal diagnosticados porque no se sospechaba



Figura 21. *Bulinus* sp., hospedador intermedio de *S. haematobium* (CDC)

que fuera esa enfermedad. No se sabe cómo ha llegado el parásito al río, se cree que la orina de un inmigrante o viajante que lo portaba pudo llegar al agua (De Benito, 2014).

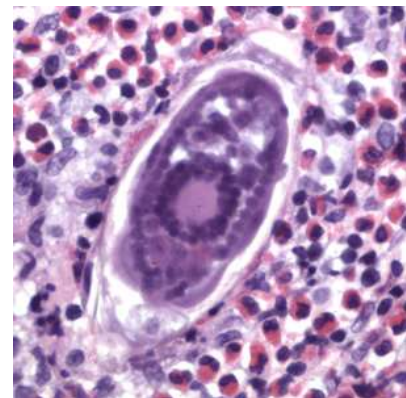


Figura 22. Huevo de *S. haematobium* en una muestra de biopsia de vejiga urinaria, teñida. (Centro Médico Michael, Houston, TX.)

Según se ha expuesto en la III Reunión Científica de la Red de Investigación de Enfermedades



Figura 23. Pareja de *Schistosoma bovis* adultos y huevo parásito en la esquina. (Sinc, 2012)

Tropicales (RICET) celebrada en Madrid, se han alarmado porque el brote lleva ya tres años, lo que indica que el parásito, que es propio de zonas tropicales, ha sobrevivido al frío del invierno y que el parásito encontrado es especial, un híbrido con el *Schistosoma bovis* (Figura 23), un parásito que se hospeda en las cabras y nunca había afectado a los humanos (De Benito, 2014).

5. CONCLUSIONES

- 1- El cambio climático es un motor de cambio global cada vez más importante y sus efectos deben entenderse no sólo para especies concretas sino para todo el ecosistema.
- 2- El calentamiento climático cada vez es mayor, ya que el ser humano ha tenido, tiene y tendrá una gran influencia en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y en sus niveles de biodiversidad, y esto se traduce en pérdidas de ciertos ecosistemas y en consecuencia influye a los parásitos que existen en el medio, ya que se ha demostrado como cambian su distribución como resultado de dicho evento climático y se distribuyen por zonas en las que era impensable encontrarlos.
- 3- Muchos parásitos se están viendo influenciados por los factores ambientales, destacando notablemente la temperatura ambiente, que afecta tanto a la virulencia, patogenicidad y transmisión de enfermedades parasitarias.
- 4- Es fundamental actuar sobre el cambio climático, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero y con él los efectos nocivos que provocan en la salud. Algunas de las medidas que se pueden llevar a cabo son el cambio de los sistemas generadores de energía para mejorar la calidad del aire, optar por medios de transportes que promuevan la actividad física y desarrollar programas para contrarrestar los efectos que provocan las olas de calor y la transmisión de enfermedades parasitarias.
- 5- Algunas opciones políticas para disminuir el cambio climático en la salud son medidas futuras de adaptación y mitigación del cambio climático, fortalecer los sistemas y servicio de salud para poder responder ante dicho cambio, tomar consciencia en todos los sectores para promover medidas, y fomentar tanto la investigación como el desarrollo tecnológico.
- 6- A la raza humana le queda aún mucho camino por recorrer en el proceso de su emancipación de las enfermedades parasitarias. El éxito en definitiva requiere no solo de los conocimientos científicos sino también de la concienciación de los gobiernos, del conocimiento de los beneficios para todos los sectores implicados, de la educación sanitaria desde la infancia, de la correcta gestión de los recursos humanos y materiales especialmente en las regiones menos civilizadas y de la perseverancia necesaria para alcanzar los objetivos fijados, ya que somos los principales responsables del cambio climático con nuestras actividades, y si no empezamos a tomar consciencia, nuestro futuro no será nada prometedor.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta L.A. Evaluación de factores ambientales y climáticos como elementos de riesgo asociados con la transmisión del dengue y la Leishmaniasis a diferentes escalas temporales y espaciales en Colombia [en línea]; 2016. [Acceso 4 de junio de 2017]. Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/evaluacion-factores-ambientales-climaticos-como-elementos-riesgo-asociados-transmision-dengue/id/62199504.html#
2. Astete S. Luchar contra el cambio climático por los derechos de la infancia. El País/ Planeta futuro [periódico web]; 2016. [Acceso 20 de mayo de 2017]. Disponible en: http://elpais.com/elpais/2016/04/21/planeta_futuro/1461261412_143239.html
3. Averill V. África sufre por revolución verde. BBC NEWS [periódico web]; 2007. [Acceso 2 de junio de 2017]. Disponible en: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_7083000/7083187.stm
4. Barría C. Crónicas desde la tierra que puede desaparecer. BBC NEWS [periódico web]; 2007. [Acceso 2 de junio de 2017]. Disponible en: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/ancho/newsid_7078000/7078878.stm
5. Berberian G, Rosanova T. Impacto del cambio climático en las enfermedades infecciosas. 2012;110(1):39–45.
6. Bett B, Kiunga P, Gachohi J, Sindato C, Mbotha D, Robinson T, et al. Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Prev Vet Med* 2017; 137(November2015): 119–29.
7. Bonnell TR, Ghai RR, Goldberg TL, Sengupta R, Chapman CA. Spatial patterns of persistence for environmentally transmitted parasites: Effects of regional climate and local landscape. *Ecol Modell* 2016;338:78–89.
8. Center for Disease Control and Prevention (CDC): Fasciolosis 2013 [en línea] [Acceso 5 de junio de 2017]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/fasciola/index.html>
9. Cerda L J, Valdivia C G, Valenzuela B MT, Venegas L J. Climate change and infectious diseases. A novel epidemiological scenario. *Rev Chilena Infectol* [en línea]. 2008;25(6):447–52. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rci/v25n6/art06.pdf>
10. Cortés JA, Cortés JA. Cambios en la distribución y abundancia de las garrapatas y su relación con el calentamiento global. *Rev la Fac Med Vet y Zotec* [en línea]. 2010;57(1):48–57. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/17266%5Cnhttp://www.jourlib.org/paper/2412614#.VvcfsvnhDNM%5Cnhttp://www.revistas.unal.edu.co/index.p>

- [hp/remevez/article/view/17266/21000%5Cnhttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0](http://remevez/article/view/17266/21000%5Cnhttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0)
11. Costamagna, S.R, Visciarelli, E.C. Parasitosis regionales un estudio referido a las principales parasitosis de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional del Sur; 2008.
 12. De Benito. E. El parásito de la esquistomatosis salta el Mediterráneo. El País/ Sociedad [periódico web]; 2014. [Acceso 19 de enero de 2017]. Disponible en: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/12/actualidad/1402591645_709862.html
 13. Dobson A, Molnar P y Kutz S. Climate change and Arctic parasites. 2015;31(5):181–8.
 14. Donoso S, Gadicke P, Landaeta C. Las Zoonosis Transmitidas Por Alimentos Pueden Afectar Su Epidemiología, Producto Del Cambio Climático Y Los Procesos De Globalización. Chilean J. Agric. Anim Sci [en línea]. 2016;32(2):149–56. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071938902016000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 15. Drake SL, Depaola A, Jaykus LA. An overview of vibrio vulnificus and vibrio parahaemolyticus. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2007;6(4):120–44.
 16. Ezequiel Manzoli D. Pichones parasitados por Philornis (Diptera: Muscidae): Importancia y potencial del cambio climático. [Tesis doctoral] Santa Fe. Laboratorio de Ecología de Enfermedades - Facultad de Ciencias Veterinarias – Universidad Nacional del Litoral, Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral; 2014.
 17. Fernández L, Poletta GL, Imhof A, Siroski PA. Efectos de la radiación ultravioleta natural y artificial (UVA/ UVB) sobre la concentración plasmática de calcio y fósforo y el crecimiento en crías de Caiman latirostris TT - Effects of natural and artificial ultraviolet radiation (UVA/UVB) on calcium a. InVet [en línea]. 2014;15(1):75–82. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982014000100008&lang=pt
 18. Flores N. Flebótomos relacionados con la leishmaniasis. Aspectos biológicos y patológicos. Distribución en las Américas y control vectorial [en línea]; Munich 2015. [Acceso 4 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.grin.com/es/e-book/293445/flebotomos-relacionados-con-la-leishmaniasis-aspectos-biologicos-y-patologicos>
 19. Gállego Berenguer J. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2007.
 20. García J. Biotopo y biocenosis [en línea]; 2012. [Acceso 4 de junio de 2017]. Disponible en: <http://biologia.laguia2000.com/ecologia/biotopos-y-biocenosis>

21. Herrero A. España, un punto crítico del cambio climático. El Mundo [periódico web]; 2017. [Acceso 2 de junio de 2017]. Disponible en:
<http://www.elmundo.es/ciencia/2017/01/25/5888e1ede5fdea58568b45fc.html>
22. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Informe del Grupo de Trabajo I-Base de las Ciencias Físicas. RT.4 Comprensión y Atribución del Cambio Climático [en línea]. Geneva: IPCC; 2007 [Acceso 19 de mayo de 2017]. Disponible en:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-4.html
23. IPCC. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [en línea]. Vol. 446, Nature. 2007. 104 p. Disponible en:
<http://doi.wiley.com/10.1256/004316502320517344%5Cnhttp://www.nature.com/doi/10.1038/446727a>
24. López-Vélez R, Moreno RM. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. Rev Esp Salud Publica. 2005;79(2):177–90.
25. López-Vélez R, Navarro M, Jiménez C. Estudio de inmigración y salud pública: enfermedades infecciosas importadas. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica; 2007.
26. Losada, I., Izaguirre, C. y Díaz, P. 2014. Cambio climático en la costa española. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, [en línea]; 2014. [Acceso 10 de junio de 2017]. Disponible en:
http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/2014_INFORME_C3E_final_tcm7-352338.pdf
27. Mercer P. Lluvia al rescate del coral australiano. BBC NEWS [periódico web]; 2007. [Acceso 2 de junio de 2017]. Disponible en:
http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/2007/clima/newsid_7085000/7085273.stm
28. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. ¿Qué es el cambio climático y cómo nos afecta? 2012 [en línea]. [Acceso 1 de junio de 2017]. Disponible en:
<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
29. Miró J. América Latina será una región muy afectada. BBC NEWS [periódico web]; 2007. [Acceso 2 de junio de 2017]. Disponible en:
http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/2007/clima/newsid_7071000/7071755.stm

30. Naciones Unidas. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) [en línea]. Rio de Janeiro: Naciones Unidas; 1992 [Acceso 19 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
31. National Oceanic and Atmospheric Administration (NASA) [en línea]. California: Global Climate Change. Graphic: The relentless rise of carbon dioxide; 2016 [Acceso 20 de mayo de 2017]. Disponible en: http://climate.nasa.gov/climate_resources/24/
32. Naranjo J. La última trinchera de la mosca tsetsé. El País/ Planeta futuro [periódico web]; 2017. [Acceso 11 de mayo de 2017]. Disponible en: http://elpais.com/elpais/2017/04/04/planeta_futuro/1491294328_304623.html
33. Neghme A, Silva R. ECOLOGIA Dr. Amador DEL PARASITISMO Neghme2 y. Bol la Of Sanit Panam [Internet]. 1971;(3):313–29. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/15245/v70n4p313.pdf?sequence=1>
34. Organización Mundial de la Salud (OMS):
- Teniasis y cisticercosis. 2017 [en línea]. [Acceso 5 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs376/es/>
 - Trematodiasis de transmisión alimentaria. 2017 [en línea]. [Acceso 5 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs368/es/>
 - Leishmaniasis. 2017 [en línea]. [Acceso 5 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs375/es/>
 - Cambio climático y salud (Nº 266). 2016 [en línea]. [Acceso 5 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/>
 - La tripanosomiasis africana (enfermedad del sueño). 2017 [en línea]. [Acceso 11 de junio 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs259/es/>
35. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, editores. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2007. Cambridge: IPCC; 2007
36. Patz JA, Githeko AK, McCarty JP, Hussein S, Confalonieri U, De Wet N. Climate change and infectious diseases. Climate change and human health: risks and responses. World Health Organ [en línea]. 2003;103–37. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/environment/en/ccSCREEN.pdf?ua=1%5Cnhttp://www.jstor.org/stable/2137486?origin=crossref>

37. Pérez-Rodríguez, A., De la Hera, I., Fernández-González, S. y Pérez-Tris, J. El calentamiento climático alterará el impacto de los parásitos sobre la fauna. Universidad Complutense de Madrid; 2013 [en línea]. [Acceso 16 de abril de 2017]. Disponible en: <https://www.ucm.es/bcv/noticias/el-calentamiento-climatico-alterara-el-impacto-de-los-parasitos-sobre-la-fauna>
38. Reiter P. From Shakespeare to Defore: malaria in England in the little Ice Age. *Emerg Infect Dis.* 2000;6(1):1–11.
39. Robertson LJ, Sprong H, Ortega YR, van der Giessen JWB, Fayer R. Impacts of globalisation on foodborne parasites. *Trends Parasitol* [en línea]. 2014;30(1):37–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2013.09.005>
40. Rodríguez D, Olivares JL, Castilleja YS, Alemán Y, Arece J. Cambios climáticos y su efecto sobre algunos grupos de parásitos. *Rev Salud Anim* [Internet]. 2013;35(3):145–50. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-70X2013000300001&script=sci_arttext&tlng=pt
41. Ruiz Contreras S. Servicio de control de mosquitos. [diapositiva]. Diputación de Huelva; 2014. 78 diapositivas.
42. Sánchez Acedo C. Origen y evolución del parasitismo. En: Acto de recepción solemne leído por la academia electa. Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza. Sdad. Coop. De Artes Gráficas. 2000.
43. Sánchez L. L, Mattar V. S, González T. M. Cambios Climáticos Y Enfermedades Infecciosas : Nuevos Retos Epidemiológicos Climate Changes and Infectious Diseases : *Rev MVZ Córdoba.* 2009;14(3):1876–85.
44. Sánchez Zavaleta CA. Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [en línea]. 2016;33(1):128. Disponible en: <http://www.rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2014>
45. Selstad Utaaker K, Robertson LJ. Climate change and foodborne transmission of parasites: A consideration of possible interactions and impacts for selected parasites. *Food Res Int* [en línea]. 2015;68:16–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.051>
46. Tirado Blázquez MC. Cambio climático y salud. Informe SESPAS 2010. *Gac Sanit.* 2010;24(SUPPL. 1):78–84.
47. Tirado MC, Clarke R, Jaykus LA, McQuatters-Gollop A, Frank JM. Climate change and food safety: A review. *Food Res Int* [en línea]. 2010;43(7):1745–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
48. Torres-olave M, Helena Sanín-aguirre L, María Teresa Alarcón-herrera Y. Inactivación de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia lamblia* sp. en agua mediante luz UV de bajo voltaje con un concentrador solar casero. *Tecnociencia Chihuahua* [en línea]. 2014;8(3):183–9. Disponible

en:[http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v8n3/Data/Inactivacion de Cryptosporidium y Giardia lamblia en agua mediante luz UV de bajo voltaje con un concentrador solar casero.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v8n3/Data/Inactivacion_de_Cryptosporidium_y_Giardia_lamblia_en_agua_mediante_luz_UV_de_bajo_voltaje_con_un_concentrador_solar_casero.pdf)

49. Trotta T. La infancia en el ojo del huracán. EL País/ Planeta futuro [periódico web]; 2017. [Acceso 11 de mayo de 2017]. Disponible en:
[http://elpais.com/elpais/2017/04/20/planeta futuro/1492708993_418654.html](http://elpais.com/elpais/2017/04/20/planeta_futuro/1492708993_418654.html)
50. Vitta N, Morales A, Marín P. Biología de los jerjeles (simúlidos hematófagos) en la región de África y Panacota. Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro de investigación especializado en agricultura del desierto y altiplano (CIE). Ministerio de agricultura; 2016. Informativo N° 108.