



UNIVERSIDAD DE SEVILLA



FACULTAD DE FARMACIA

**DRACUNCULOSIS: ¿ES POSIBLE DERROTAR A UN DRAGÓN?**



**ANTONIO CALDERÓN CAMACHO**



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**



**FACULTAD DE FARMACIA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FARMACIA**

**DRACUNCULOSIS: ¿ES POSIBLE DERROTAR A UN DRAGÓN?**

**ANTONIO CALDERÓN CAMACHO**

**DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA**

**ÁREA DE PARASITOLOGÍA**

**TUTORA: ÁNGELA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ**

**CARÁCTER BIBLIOGRÁFICO**

**SEVILLA, JUNIO DE 2023**

## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1. Generalidades.....	4
2.2. Morfología.....	5
2.3. Ciclo biológico.....	5
2.4. Sintomatología.....	7
2.5. Manejo y tratamiento.....	8
3. OBJETIVOS.....	10
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5.1. Revisión epidemiológica.....	12
5.2. Estrategias de erradicación.....	17
5.3. Patrón epidemiológico inusual en Chad.....	22
6. CONCLUSIONES.....	28
7. BIBLIOGRAFÍA.....	29

## 1. RESUMEN

La dracunculosis se trata de una enfermedad parasitaria causada por *Dracunculus medinensis* y transmitida al ingerir agua contaminada por copépodos, unos pequeños crustáceos que habitan en aguas estancadas. La enfermedad, también conocida como dracunculiasis o gusano de Guinea, afecta tanto a humanos como a animales, en este caso sobre todo a perros, produciendo una sintomatología caracterizada por presentar erupciones cutáneas ardientes, entre otras, tras un año de incubación. Para el tratamiento de la enfermedad no existe, actualmente, ningún medicamento ni vacuna, por lo que, en caso de infección, se debe realizar la retirada del gusano a través de la piel hasta su completa extracción, lo que puede durar días o incluso meses.

Por otra parte, se trata de una infección muy relacionada al continente africano, puesto que es dónde ha habido un mayor número de casos a lo largo de la historia. Desde 1986, fecha en la que la Asamblea Mundial de la Salud adoptó una resolución que pedía la erradicación de la enfermedad, hasta la actualidad, la prevalencia de la infección ha disminuido notablemente, hasta el punto de casi conseguir el objetivo de erradicarla completamente. Para ello, se han antojado imprescindibles las medidas de prevención adoptadas por los distintos países endémicos, así como la colaboración ciudadana para cumplir con las normativas implementadas. La infección en animales, sobre todo perros, los disturbios civiles de algunos países o la reciente pandemia de COVID-19 han contribuido a que la enfermedad siga vigente y permanezca de forma endémica en algunos países del continente africano.

El estudio epidemiológico ha revelado que resulta necesario centrar la atención en las infecciones caninas para lograr el objetivo de erradicar la enfermedad de una vez por todas.

**PALABRAS CLAVE:** Dracunculosis, erradicación, gusano de Guinea, medidas preventivas

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. GENERALIDADES

La dracunculosis o dracunculiasis, conocida también como enfermedad del gusano de Guinea, es una infección causada por el parásito *Dracunculus medinensis*. Es un nematodo que pertenece al Orden Spirurida, de la Familia Dracunculidae (Gállego Berenguer, 2007).

La primera mención conocida de la enfermedad se encuentra en el Papiro de Turín en el siglo XV a.C. en Egipto; desde entonces ha sido descrito por médicos antiguos romanos, griegos, árabes, persas e indios. Además, puede haber sido la “serpiente ardiente” de los israelitas descrita en la Biblia (Biswas et al., 2013). Por otro lado, James Africanus Horton, primer africano occidental formado como médico en Europa, escribió un libro sobre la enfermedad en el que supuso de manera errónea que se transmitía a través de las plantas de los pies (Cairncross et al., 2002).

La enfermedad, que se transmite al beber agua contaminada, puede ocurrir en cualquier época del año, aunque puede variar de un país a otro, ya que en las regiones secas aumenta la infestación en temporadas lluviosas, que es cuando hay agua estancada disponible y, en cambio, en regiones húmedas, las personas se infectan durante el período de sequía, cuando el agua superficial se seca y se estanca (Pellegrino et al., 2022).

El riesgo de adquirir la enfermedad depende de diversos factores, como el sexo, la edad, la profesión o el origen étnico. De forma general, no hay diferencia significativa entre hombres y mujeres, ya que se infectan aproximadamente la misma cantidad de personas de distinto sexo (CDC, 2022A). Por otra parte, dicho parasitismo es más común en adultos jóvenes de entre 15 y 45 años, si bien afecta a todos los grupos de edad. Respecto a la profesión, sí que existen más diferencias puesto que agricultores, pastores y todo aquel que busca agua potable para el hogar tienen más riesgo de infectarse ya que podrían beber agua estancada contaminada con el parásito cuando están trabajando. Por último, en ciertas áreas también afecta a algunos grupos étnicos más que a otros (CDC, 2022A).

Se trata de una enfermedad principalmente humana, sin embargo, en los últimos años, se han notificado infecciones en animales, sobre todo perros (CDC, 2022A).

Por último, los funcionarios de salud mundial consideran la enfermedad del gusano de Guinea como una enfermedad tropical desatendida y se trata de que sea la primera enfermedad parasitaria completamente erradicada (OMS, 2013).

## 2.2. MORFOLOGÍA

Dos rasgos muy característicos son un dimorfismo sexual muy marcado y la atrofia de la vulva en la hembra adulta. El macho suele medir entre 1,5-4 cm, muere tras la fecundación y es reabsorbido por el organismo. Además, presenta una cola incurvada ventralmente y dos espículas (Gállego Berenguer, 2007).

Por su parte, la hembra suele ser de mayor tamaño, normalmente entre los 15-120 cm. Es cilíndrica, presenta los extremos redondeados y cutícula lisa. Es vivípara, su sistema genital es doble y la vulva deja de ser funcional en las hembras grávidas. Además, la larva 1 del parásito tiene una cola aguzada y mide menos de 1 mm (Gállego Berenguer, 2007) (Figura 1).

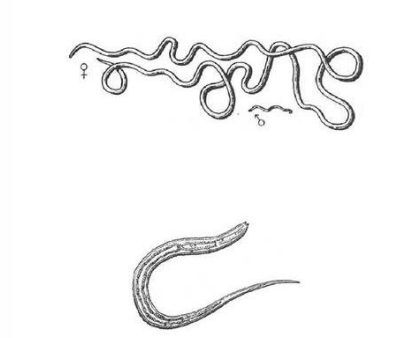


Figura 1. *Dracunculus medinensis*. Adultos macho y hembra (arriba) y larva (abajo) (López Tricas, 2014).

## 2.3. CICLO BIOLÓGICO

*Dracunculus medinensis* es un parásito heteroxeno, por lo que su ciclo biológico es indirecto (Gállego Berenguer, 2007). La infestación tiene lugar al beber agua sin filtrar

que contiene copépodos, unos pequeños crustáceos, infectados con larvas de *Dracunculus medinensis*. Tras la ingestión, dichos copépodos mueren y liberan las larvas del parásito, que penetran a través del estómago y la pared abdominal del ser humano y se disponen en la cavidad abdominal y el espacio retroperitoneal. Posteriormente, maduran hasta adultos, tiene lugar la cópula, los machos mueren y las hembras migran por los tejidos subcutáneos hacia la superficie de la piel. Tiempo después de la infección, un año aproximadamente, la hembra produce una ampolla en la piel que se rompe. Esta lesión entra en contacto con el agua, la hembra emerge y libera larvas. Dichas larvas las ingiere un copépodo y tras dos semanas, tiempo necesario para un par de mudas del parásito, se convierten en larvas infecciosas. La ingestión de los copépodos cierra el ciclo (Figura 2) (CDC, 2015).

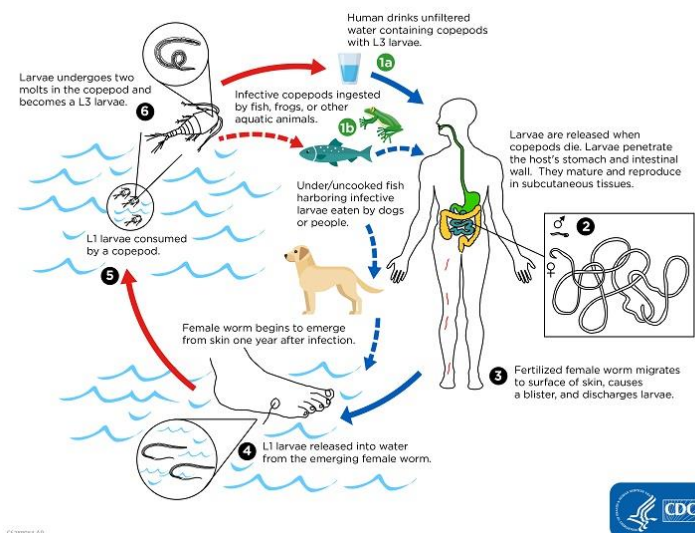


Figura 2. Ciclo biológico de *Dracunculus medinensis* (CDC, 2015).

Por otra parte, al igual que los humanos, los perros son hospedadores definitivos y adquieren el parásito al ingerir copépodos infectados directamente. Sin embargo, los renacuajos, peces y otros animales acuáticos que ingieren copépodos infectados pueden actuar como hospedadores paraténicos del parásito. En ellos, el parásito no se desarrolla, pero pueden mantener larvas del gusano de Guinea en sus tejidos y posteriormente, pueden causar infección en perros cuando éstos consumen ranas adultas infectadas con el parásito (Vinson et al., 2021). Investigadores han identificado la ingestión de ranas y

pescado crudos como rutas alternativas para la transmisión de la enfermedad. De hecho, se ha encontrado el gusano tanto enquistado como vivo en tejidos de ranas y dentro de copépodos en las tripas de peces (Richards y Holian, 2022).

La existencia de vías de transmisión alternativas presenta dificultades para el control de la infección, ya que vigilar una sola vía no bloqueará la transmisión por completo (Vinson et al., 2021).

#### 2.4. SINTOMATOLOGÍA

El período de incubación suele ser de aproximadamente un año, y pasado ese tiempo, aparecen los primeros síntomas. Dichos síntomas son fiebre leve, erupciones cutáneas con picor, náuseas, vómitos, diarreas... (CDC, 2022B). Posteriormente se desarrolla una ampolla en cualquier parte de la piel, aunque en un 80-90% de los casos aparece en las partes inferiores del cuerpo (Figura 3). Dicha lesión causa un dolor ardiente, de ahí que el enfermo acuda al agua para aliviar los síntomas. El líquido de la ampolla bacteriológicamente estéril contiene larvas rodeadas de neutrófilos polimorfonucleares con macrófagos, linfocitos y eosinófilos, y cuando la ampolla finalmente termina rompiéndose, se liberan cientos de larvas al agua, favoreciéndose el ciclo biológico del parásito (Cairncross et al., 2022).

Además, la extracción del gusano de la piel es lenta y muy dolorosa y, si no se tiene la higiene adecuada, la herida se infecta con bacterias, provocando complicaciones severas tales como forúnculos, mandíbula bloqueada, hinchazón de la piel, sepsis... Si durante la extracción se rompe el gusano, causa una inflamación intensa ya que la parte restante del gusano



Figura 3. Síntoma característico de dracunculosis (CDC, 2022A).



muerto comienza a degradarse en el interior del ser humano, provocando más dolor e hinchazón (CDC, 2022B).

La tasa de mortalidad es baja, pero es muy común padecer incapacidad, a veces temporal durante semanas o meses, pero otras veces permanente, resultando en un daño fatal para el organismo, así como un impacto socioeconómico adverso en la productividad agrícola y la asistencia escolar de las poblaciones afectadas (Hopkins et al., 2022A).

Pueden ocurrir algunas complicaciones inusuales tales como celulitis, abscesos, shock y artritis sépticos en la etapa aguda de la enfermedad y calcificación de gusanos y deformidades articulares durante la última etapa. El gusano calcificado puede causar molestias leves y picazón o permanecer indolente, además de ser el responsable de la remisión de la enfermedad. De manera inusual, puede presentarse en una localización periorbitaria con manifestaciones cutáneas agudas (Darkase et al., 2021).

No hay ninguna inmunidad adquirida a esta enfermedad, por lo que un individuo puede desarrollar el parasitismo varias veces durante su vida, normalmente con una frecuencia anual (Greenaway, 2004).

## **2.5. MANEJO Y TRATAMIENTO**

El tratamiento consiste en la extracción del gusano y el cuidado de la herida. Actualmente, no existe un fármaco ni una vacuna específica para combatir la enfermedad. Sí que se pueden usar terapias de apoyo como medicamentos antiinflamatorios y analgésicos para reducir el edema y el dolor. Igualmente, se pueden aplicar pomadas antibióticas en las ampollas para evitar sobreinfecciones en las heridas y deben cubrirse con una gasa medicada hasta su completa extracción (Pellegrino et al., 2022).

En 1973 se llevó a cabo una prueba con medicamentos para comparar la eficacia, el costo y los efectos secundarios del tiabendazol y el metronidazol en el tratamiento de

la enfermedad activa del gusano de Guinea, sin embargo, ambos fármacos fueron insatisfactorios en su efecto antihelmíntico (Belcher et al., 1975).

Para el manejo óptimo de la infección se deben de seguir una serie de pasos (Rawla & Jan, 2022):

1. La persona infectada no puede introducirse en fuentes de agua potable.
2. Limpiar la herida. La parte del cuerpo afectada se remoja en agua facilitando la migración del gusano hacia la piel, siempre alejado de cualquier fuente de agua potable.
3. El gusano se envuelve alrededor de un trozo de gasa enrollada o un palo para evitar que se deslice hacia el interior.
4. Sacar el gusano lentamente, evitando tirar muy fuerte para que no se rompa y provoque complicaciones en el humano (Figura 4).
5. Aplicar antibióticos tópicos para prevenir infecciones secundarias.
6. Colocar una venda en la zona afectada para protección. Se debe administrar medicamentos para aliviar el dolor y reducir la inflamación. Suele usarse ibuprofeno o aspirina.
7. Repetir constantemente todos los pasos mencionados hasta la extracción completa del gusano, que puede durar días o incluso semanas (Rawla & Jan, 2022).

Sin embargo, el Programa de Erradicación de la enfermedad del gusano de Guinea de la India expresó su preocupación por esta práctica y sus secuelas clínicas y recomendó no realizar una extracción quirúrgica (Biswas et al., 2013).



Figura 4. Extracción de *Dracunculus medinensis* de un paciente infectado (Pérez, 2011).

### **3. OBJETIVOS**

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad la realización de una revisión bibliográfica centrada en la dracunculosis. Para ello, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una revisión epidemiológica sobre la dracunculosis, focalizando sobre todo en los últimos años, y, adicionalmente, un análisis más profundo de la epidemiología inusual observada en Chad (África).
- Valorar la posible erradicación de la dracunculosis, teniendo en cuenta las medidas preventivas y de control implementadas, así como las perspectivas futuras.

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado una revisión bibliográfica, buscando información acerca de la enfermedad parasitaria producida por *Dracunculus medinensis*. Para ello, se han necesitado diversas fuentes de información científica, como artículos de revistas, libros, páginas web y documentación por parte de organismos de reconocido prestigio.

Se han consultado fuentes de información primaria que recopilan artículos científicos publicados. Para la búsqueda, se ordenaron los artículos por fecha de publicación, desde los más recientes a los menos recientes. Puesto que uno de los objetivos es hacer una revisión epidemiológica de la situación de la enfermedad en la actualidad, hemos usado los artículos más recientes, dentro de los últimos 20 años. Además, para realizar una búsqueda más concreta, se utilizaron palabras claves tales como “epidemiology”, “treatment” o “eradication”, entre otras, siempre acompañado de las palabras “*Dracunculus medinensis*” o “Dracunculosis”.

En vista de los objetivos del trabajo, los artículos más usados estuvieron relacionados con la erradicación y a la epidemiología de la enfermedad. Entre las fuentes de información secundaria consultadas se encuentran las bases de datos *Pubmed*, *Scopus* o *Web of Science*, siendo necesario acceder a esta última conectado desde la red de la Universidad de Sevilla e introduciendo mis credenciales universitarias. De las tres, la más visitada, sin embargo, ha sido *Pubmed*.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. REVISIÓN EPIDEMIOLÓGICA**

Durante la década de 1970, la enfermedad prevaecía en las áreas rurales de India, la República Islámica de Irán, Pakistán, Arabia Saudita, Yemen y África oriental y occidental (Mitra y Mawson, 2017).

En 1986, cuando la Asamblea Mundial de la Salud adoptó una resolución que pedía la erradicación de la enfermedad, se estimaba que ocurrían 3,5 millones de casos en 20 países africanos y asiáticos y 120 millones de personas estaban en riesgo de contraer la enfermedad. El Programa de Erradicación del Gusano de Guinea, dirigido por The Carter Center y apoyado por socios que incluyen a la OMS, UNICEF y CDC, comenzó a ayudar a los ministerios de salud en países con enfermedades endémicas (Hopkins et al., 2022B).

A partir de ahí, nos situaremos en el año 2002. Para este año se notificaron menos de 55000 casos en 13 países africanos, suponiendo una reducción del número de personas afectadas casi en un 99% respecto a 1986 y ocho países en los que la enfermedad era endémica, ya estaban libres del parasitismo (Greenaway, 2004). Del resto de países, en los que la dracunculosis sigue siendo endémica, cinco notificaron menos de 100 casos. Es por esto por lo que durante el período comprendido entre 2002 y 2003, el número de casos notificados en todo el mundo disminuyó un 41%. Sin embargo, el 89% de los casos se notificaron en Sudán (63%) y Ghana (26%). Indagando más en estos dos últimos países, Sudán informó un 51% menos de casos en 2003 respecto a 2002, concretamente se pasó de 41493 casos en 4333 aldeas a 20299 casos en 3407 aldeas, o lo que es lo mismo, se pasó de una tasa de notificación del 74% al 66%. En cambio, Ghana informó 8290 casos en 2003 frente a los 5611 casos de 2002, suponiendo un aumento del 48% que se atribuyó a una mejor vigilancia, a brotes inesperados y a intervenciones inadecuadas (CDC, 2004).

Avanzando en el tiempo, a finales de diciembre de 2008, la dracunculosis era endémica en seis países. El número de casos autóctonos había disminuido un 52% en 2008 respecto al año anterior. De todos los casos ocurridos entre enero y junio de 2009,

el 98% de ellos se notificaron en Sudán y Ghana. Concretamente, en este mismo intervalo de tiempo, el número de casos notificados disminuyó un 34% en Sudán y un 45% en Ghana en comparación con el mismo período de 2008. En el resto de los países, cabe destacar un brote inesperado en 2006 en Malí, anteriormente libre de dracunculosis; 41 casos (de ellos 37 autóctonos) en 2008 en Etiopía, después de aproximadamente 20 meses sin casos autóctonos notificados; 38 casos autóctonos como consecuencia de un brote inesperado a principios de 2007 en Nigeria; y dos casos autóctonos durante septiembre y octubre de 2008 en Níger. Es en 2008 cuando, por primera vez, se informaron menos de 5000 casos de dracunculosis en el todo el mundo (CDC, 2009).

Varios años más tarde, los casos se limitan a cuatro países endémicos. Durante 2014, se notificaron un total de 126 casos en estos cuatro países (13 en Chad, 3 en Etiopía, 40 en Malí y 70 en Sudán del Sur), en comparación con los 148 casos notificados en el año 2013, suponiendo una reducción del 15%, menor que la experimentada en los últimos años (Hopkins et al., 2015).

Sin embargo, la tasa de disminución de casos aumentó al 70% nuevamente en los primeros seis meses de 2015. Hasta enero de este año, la OMS había certificado 198 países como libres de dracunculosis, quedando ocho países sin certificar: cuatro donde la enfermedad es endémica, dos en la etapa de precertificación y dos que no se sabe si han tenido dracunculosis endémica desde que se implantó en 1986 el programa de erradicación mundial (Hopkins et al., 2015).

Sondeando en estos cuatro países endémicos, podemos destacar la particularidad de Chad, donde se detectaron por primera vez las infecciones en perros en 2012; en Etiopía se notificaron tres casos de dracunculosis en 2014, suponiendo una reducción del 73% respecto a los 11 casos notificados en 2013; en Malí no se reportaron casos durante los primeros seis meses de 2014 y 2015, pero sí que se notificaron 40 casos en los segundos seis meses de 2014; y en Sudán del Sur se reportaron 70 casos en 2014, suponiendo una reducción del 38% respecto a 2013, y durante enero y junio de 2015 sólo se notificó un caso, reduciéndose un 95% respecto a los casos del año anterior.

Por tanto, los 126 casos de dracunculosis en 2014 supuso el número más bajo jamás informado (Figura 5) y se empezó a recompensar con dinero a las personas que reportasen un caso de la enfermedad (Hopkins et al., 2015).

Además, disturbios civiles, la inseguridad en algunos países, la voluntad política inadecuada por parte de líderes nacionales y la ausencia de un tratamiento de “bala mágica”, así como las infecciones en perros, hicieron más difícil la erradicación completa de la enfermedad. Incluso Carter, enfrentado a la guerra civil en el sur de Sudán, una de las barreras más imponentes para la erradicación completa, negoció un “alto el fuego por el gusano de Guinea” de 4 meses en 1995 (Barry, 2007).

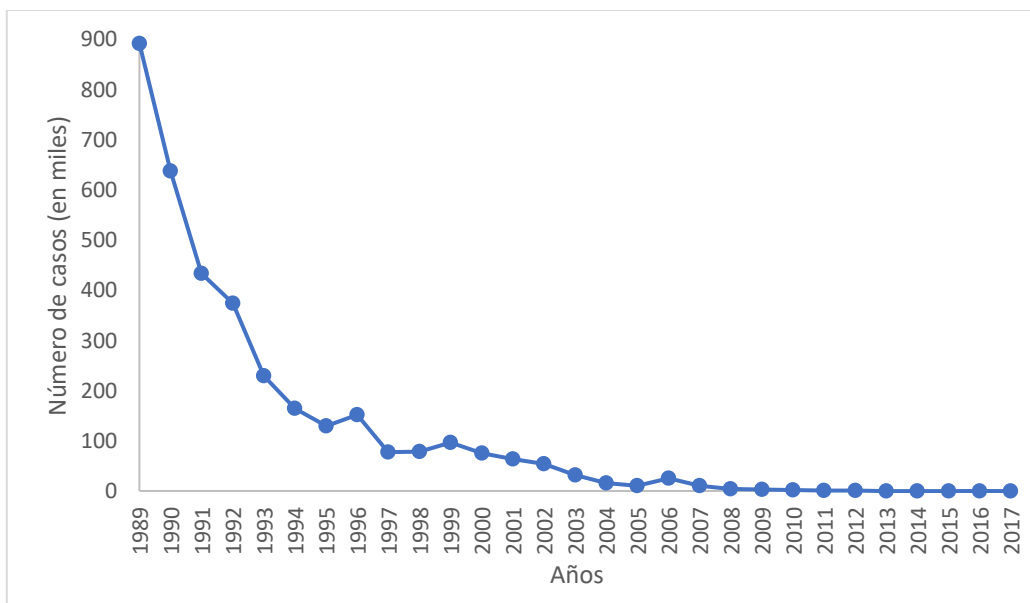


Figura 5. Número de casos notificados de dracunculosis en humanos desde 1989 hasta 2017. Adaptado de Hopkins et al., 2018.

Siguiendo el paso de los años, nos ubicamos en la actualidad, concretamente en el intervalo de tiempo que transcurre entre 2021 y junio de 2022. En 2021, se identificaron un total de 15 casos humanos: ocho en Chad, cuatro en Sudán del Sur, dos en Malí y uno en Etiopía (Burki, 2022), en comparación con los 27 casos en 2020, y entre enero y junio de 2022 un total de tres casos, lo que supuso una reducción del 40% respecto al mismo período del año anterior. Respecto a las infecciones en animales (principalmente perros), se informaron 1601 animales infectados en 2020, 863 animales en 2021 y 296 animales en los primeros seis meses de 2022, lo que representa una

importante reducción en estos tres años. Hasta noviembre de 2022, la enfermedad sigue siendo endémica en cinco países: Angola, Chad, Etiopía, Malí y Sudán del Sur (Tabla 1). Se incluye Angola como país endémico respecto a los datos de 2014. Igualmente, también hubo casos notificados en Camerún, aunque probablemente fueron importados de Chad. Los esfuerzos de erradicación en estos países se ven desafiados por la infección en animales (que han superado a los casos humanos), los disturbios civiles y la inseguridad, como ya pasaba en 2014. A esto se le suma la pandemia de COVID-19, hecho que también dificulta la erradicación de la enfermedad (Hopkins et al., 2022B).

Tabla 1. Casos notificados de Dracunculosis en personas y perros por país en 2021. Adaptado de Hopkins et al., 2022B.

Casos reportados	País					Total
	Chad	Etiopía	Malí	Sudán del Sur	Angola	
<b>Casos humanos reportados</b>						
Nº indígenas	8	1	2	4	0	15
Nº importados	0	0	0	0	0	0
% Contenido (nº/nº total)	75 (6/8)	100	50 (1/2)	25 (1/4)	No aplica	60 (9/15)
% Cambio (nº de cambio), 2020-2021	-38 (13 a 8)	-91 (11 a 1)	100 (1 a 2)	300 (1 a 4)	-100 (1 a 0)	-44 (27 a 15)
<b>Casos animales reportados</b>						
Nº indígenas	843 *	3	17	0	0	863
Nº importados	0	0	0	0	0	0
% Contenido (nº/nº total)	81 (681/843)	67 (2/3)	59 (10/17)	No aplica	No aplica	80 (693/863)
% Cambio (nº de casos en 2020)	-47 (1577)	-80 (15)	89 (9)	No aplica	No aplica	-46 (1601)

\* Chad notificó 833 casos animales en 2021. Camerún notificó 10 casos en ese mismo año, pero se cree que estos fueron adquiridos en Chad

Centrándonos en cada país, podemos destacar varios acontecimientos. En Angola desde el 29 de marzo de 2020 hasta el 28 de marzo de 2022 no se detectaron casos entre humanos o perros (Tabla 1), aunque sí fueron detectados siete casos caninos



entre marzo y mayo de ese mismo año. Por su parte, Chad notificó ocho casos humanos en 2021 (Tabla 1). Sin embargo, durante la primera mitad de 2022, notificó solo tres casos humanos. Respecto a los animales, se notificaron en este mismo país 833 infecciones en 2021 frente a las 1571 infecciones de 2020. Cabe destacar que Chad notificó el 94% de las infecciones por el parásito, de las cuales el 96% fueron en perros, explicando así la peculiar epidemiología sufrida en esta zona del continente africano (Hopkins et al., 2022B).

Otro país, en este caso Camerún, notificó 10 perros infectados en 2021 (Tabla 1) y 23 entre enero y junio de 2022 en un área de menos de 5 kilómetros de la frontera entre Chad y Camerún, por lo que las investigaciones concluyeron que probablemente se infectaron en Chad. Además, los propietarios de los perros infectados llevaron a sus mascotas a Chad durante el período en el que los perros contrajeron la enfermedad (Hopkins et al., 2022B).

En Etiopía se notificó un caso humano y tres animales infectados en 2021 (Tabla 1) y en la primera parte de 2022 no se notificaron casos ni de humanos ni de animales. Por otra parte, Malí informó de dos casos humanos en 2021 (Tabla 1), ambos en la segunda parte del año, y ninguno entre enero y junio de 2022. También se informó de 17 animales infectados, entre ellos un gato, en comparación con 9 animales en 2020, que, en este caso, todos eran perros. Por último, Sudán del Sur informó de cuatro casos humanos en 2021 (Tabla 1), que, al igual que sucedía en Malí, sucedieron en la segunda parte del año, frente a uno en 2020. Entre enero y junio de 2022 no se han notificado más casos. De todas maneras, se mantienen las recompensas por reportar casos de dracunculosis en todos los países endémicos, y se establecieron potentes medidas de prevención, las cuáles han contribuido a prácticamente erradicar la enfermedad (Hopkins et al., 2022B).

Solo los cinco países donde la enfermedad es endémica más la República Democrática del Congo y Sudán carecen de certificación (Kelly-Hope y Molyneux, 2021). Desde 1986, la OMS ha certificado 199 países, áreas y territorios libres de dracunculosis, Con solo 15 casos humanos identificados en 2021 (Figura 6) y tres entre enero y junio

de 2022, los esfuerzos por erradicar la enfermedad parecen estar más cerca de cumplirse. Sin embargo, las infecciones en perros y los disturbios civiles siguen siendo, a estas fechas, unos de los mayores desafíos para el programa de erradicación (Hopkins et al., 2022B).

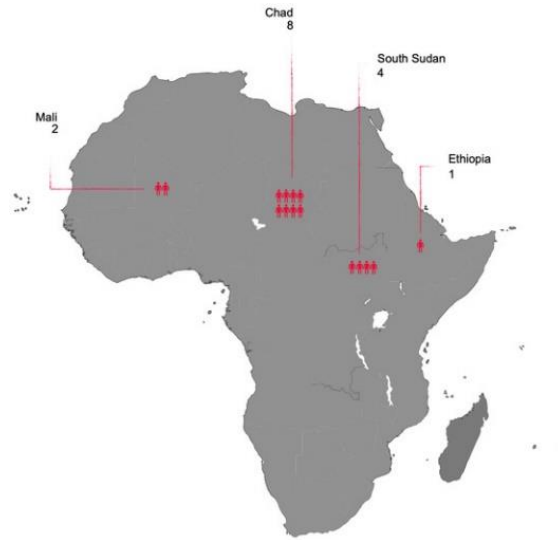


Figura 6. Número de casos de dracunculosis en 2021 distribuidos por países (Pellegrino et al., 2022)

## 5.2. ESTRATEGIAS DE ERRADICACIÓN

Es cierto que los aumentos en las infecciones por el gusano de Guinea en perros requieren de nuevos enfoques. Por este motivo, se evaluó la eficacia del flubendazol inyectado por vía subcutánea como posible tratamiento de la enfermedad (Cleveland et al., 2022). Para ello se realizaron dos ensayos: el primero consistió en administrar flubendazol a hurones infectados experimentalmente, mientras que el segundo ensayo se realizó administrando el mismo fármaco o un placebo a perros domésticos del Chad. Los resultados fueron bastantes contradictorios: cuando se recuperaron parásitos de hurones tratados, las larvas se presentaron en malas condiciones, sin motilidad y con poca o nula capacidad para infectar copépodos. Por otro lado, los resultados en perros no indicaron tratamiento significativo contra la enfermedad. Estas diferentes respuestas podrían deberse a la diferencia en los intervalos de tratamiento, que fueron de 1 mes

para hurones y de 6 meses para perros, o del momento del tratamiento, ya que los hurones fueron tratados más tarde en el ciclo de vida del gusano de Guinea que los perros. Ambos ensayos fueron de utilidad para futuros estudios (Cleveland et al., 2022).

Sin embargo, como se ha comentado, hoy en día las grandes responsables de tener la enfermedad casi erradicada no son los tratamientos ni las vacunas, sino las medidas de prevención aplicadas en los distintos países. Las lecciones aprendidas del exitoso programa de erradicación de la viruela y el no tan exitoso programa de erradicación de la malaria han dado forma a la estrategia de erradicación de la dracunculosis, que, aprobado por la Asamblea Mundial de la Salud, está basada en las siguientes intervenciones (Biswas et al., 2013):

- VIGILANCIA

Se trata del elemento más importante en la etapa final del programa de erradicación de la dracunculosis. Su objetivo consiste en detectar rápidamente todas las infecciones hasta contener el último caso de la enfermedad y confirmar la ausencia de transmisión (Biswas et al., 2013). Los voluntarios de las aldeas buscan diariamente casos de dracunculosis y mensualmente reportan el total de casos detectados a sus supervisores, quienes recopilan la información y lo envían a la sede nacional, para luego compartirla con The Carter Center y con la Organización Mundial de la Salud (CDC, 2022C). The Carter Center es una organización no gubernamental fundada por el expresidente estadounidense Jimmy Carter en 1982 y guiada por un compromiso fundamental con los derechos humanos y el alivio del sufrimiento humano. El personal y los asociados a la organización se unen al presidente Carter en los esfuerzos para resolver conflictos, promover la democracia, proteger los derechos humanos y prevenir enfermedades y otras aflicciones (Carter Center, 2023).

Los países endémicos pasan por tres etapas diferentes: endémica, precertificación y postcertificación. Durante la precertificación, que dura al menos 3 años, un país debe mostrar evidencia de ausencia sostenida de transmisión a través de la vigilancia para ser candidato a la certificación como libre de dracunculosis. Una vez certificado, entra en la etapa de postcertificación (Biswas et al., 2013). La OMS certifica que un país está libre

de la enfermedad después de una vigilancia nacional adecuada durante tres o más años consecutivos sin casos autóctonos en humanos o infecciones en animales (Hopkins et al., 2022B).

- GESTIÓN Y CONTENCIÓN DE CASOS

Cada caso que se detecte debe tratarse para evitar una mayor transmisión. Se informa que un caso de dracunculosis está contenido si se cumplen todos los siguientes criterios: el caso se detecta antes o dentro de las 24h posteriores a la aparición del gusano; el paciente no contaminó ninguna fuente de agua después de la aparición del gusano; el paciente recibió el debido cuidado limpiando y vendando la herida hasta que todos los gusanos fuesen extraídos; el paciente recibió información sobre no ingresar a ninguna fuente de agua; y un supervisor verificó el caso como dracunculosis dentro de los 7 días. Dichas estrategias de contención de casos fueron implementadas en 1995 en todos los países endémicos (Biswas et al., 2013).

- ACCESO A AGUA POTABLE

Los métodos para mejorar el suministro de agua potable para las comunidades afectadas por la enfermedad incluyen la protección de los pozos excavados a mano y perforar pozos profundos, mejorar las fuentes de agua potable superficiales existentes mediante la construcción de barreras para evitar que los humanos ingresen en el agua o el filtrado de agua superficiales a través de filtros de arena (Figura 7) (Beyene et al., 2017).



Figura 7. Niño bebiendo agua estancada filtrándola previamente (Castellanos y Braeuner, 2013).

- CONTROL DE VECTORES

Consiste en matar al hospedador intermediario, es decir, los copéodos. Una intervención para interrumpir la transmisión y disminuir el número de copéodos es la aplicación del larvicida organofosforado temephos, comercializado con el nombre de Abate. Además, existen otros dos compuestos, que son spinosad, comercializado como Natular, y diflubenzuron (Grunert et al., 2022).

Los resultados confirmaron que temephos inmovilizaba de forma más eficaz a los copéodos que los otros dos compuestos (Figura 8), aunque duplicando o triplicando la concentración sugerida de spinosad resultó en tasas de inmovilización similares a Abate durante 72 horas de exposición continua. Es necesario estudiar los posibles efectos de concentraciones altas de Natular en el medio ambiente y en otros organismos distintos a copéodos para garantizar un uso seguro del compuesto (Grunert et al., 2022).

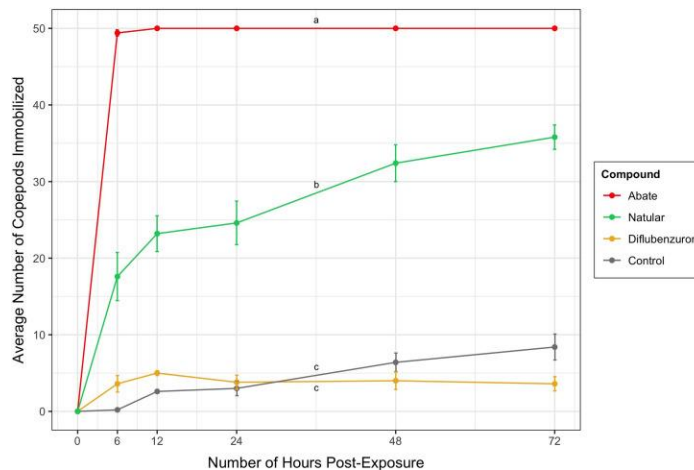


Figura 8. Número medio de copéodos inmovilizados por tratamiento químico durante 72 horas. Se usaron concentraciones de 1 ppm de Abate, 7.14 ppm de Natular y 10 ppm de Diflubenzuron (Grunert et al., 2022).

Concretando en el Abate, Gindola et al. (2022) llevaron a cabo un estudio en la región endémica de Gambella (Etiopía), con el objetivo de evaluar la práctica de control de vectores e identificar brechas de eliminación. Para ello se realizó un análisis retrospectivo de los datos del programa de rutina registrados desde 2016 hasta 2020. Además, se realizaron pruebas previas y posteriores a los copéodos en estanques de agua para determinar la densidad de dichos vectores, y en función de esta, se aplica el

producto químico en consecuencia. Así pues, un total de 22131 estanques de agua fueron tratados durante los últimos cinco años (Figura 9). Del total tratado en 2020, un 64% se encontraron con más de 9 copépodos durante la prueba previa. 130 no cumplieron con el requisito de obtener 9 o menos copépodos cuando se sometieron a una prueba posterior tras la aplicación de Abate. Por otra parte, un 88,5%, es decir, 115 estanques de los 130 se observaron durante la temporada de transmisión (abril-noviembre). Por tanto, una sola fuente de agua que no haya sido tratada de manera efectiva podría ser una fuente de infección tanto para humanos como para animales. La práctica de aplicación de Abate debe mejorar y monitorearse más regularmente, además de perfeccionar el sistema de documentación (Gindola et al., 2022).

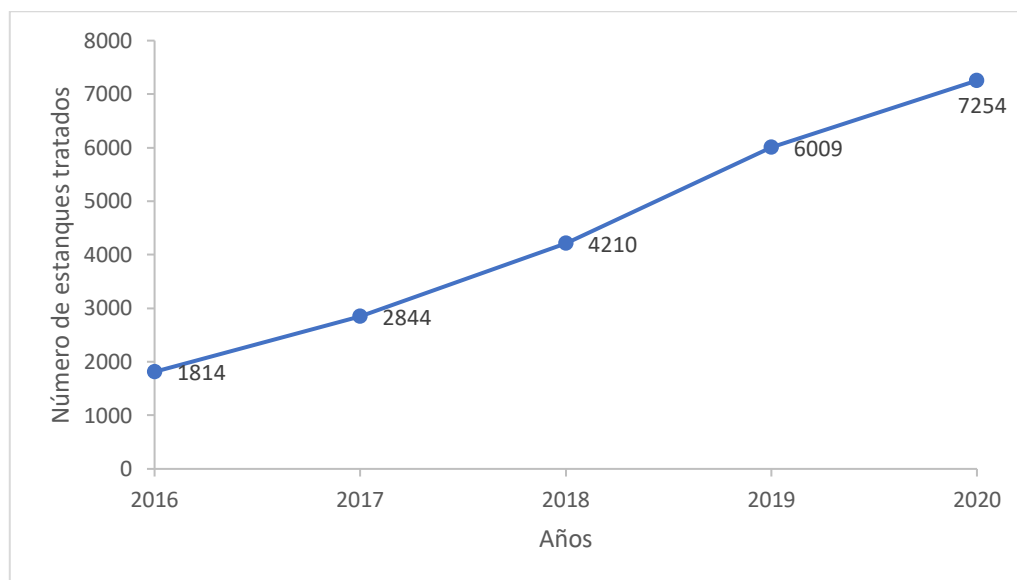


Figura 9. Tendencia anual (2016 a 2020) en el número de estanques de agua tratados por el químico Abate en la región de Gambella, Etiopía. Adaptado de Gindola et al., 2022.

Sin embargo, algunos estudios han demostrado que el temephos causa efectos tóxicos en los mamíferos. Uno de sus principales efectos demostrados se trata de la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, aunque también ha mostrado efectos genotóxicos y algunos efectos adversos sobre la reproducción y fertilidad masculina, así como daño hepático incluso a bajas dosis (Martínez-Mercado et al., 2022).

- EDUCACIÓN SANITARIA

El objetivo de esta medida de prevención no es otro que asegurar que un mayor número de individuos y comunidades adopten prácticas conductuales destinadas a prevenir e interrumpir la transmisión (Awofeso, 2013).

Además, se han preparado y difundido materiales de promoción e información, educación y comunicación a través de carteles, emisiones de televisión y radio, mercados y pregoneros. En situaciones de escasez de recursos, ha sido la comunicación directa la estrategia más factible para difundir mensajes. Incluso se produjo una serie de películas para crear conciencia comunitaria como “Dracunculosis del hilo de Avicena” en 1977, “Las aguas de Ayole” en 1988, o “Dracunculosis: una enfermedad olvidada de gente olvidada” en 1991 (Biswas et al., 2013).

Los esfuerzos de erradicación se han centrado en proporcionar agua limpia para su consumo y educación para evitar en la medida de lo posible los factores de riesgo. Sin embargo, la erradicación completa del parásito se ha visto paralizada por las infecciones en perros domésticos (Vinson et al., 2021).

### **5.3. PATRÓN EPIDEMIOLÓGICO INUSUAL EN CHAD**

Tras una aparente ausencia de 10 años de la enfermedad, en los que no se notificaron casos, la dracunculosis fue redescubierta en Chad en 2010, si bien se desconoce si la infección se reintrodujo o continuó en niveles tan bajos que no fue detectada. Fue entonces en abril de 2012 cuando se inició una vigilancia activa en las aldeas de dicho país africano para determinar cómo, cuándo y dónde se estaba produciendo la transmisión de la enfermedad e intentar detenerla (Gonzalez Engelhard et al., 2021).

Desde 2012, fecha en la que se registró por primera vez un caso canino, la mayoría de las infecciones por este parásito ocurren en los perros. Se restableció el Programa de Erradicación del Gusano de Guinea de Chad, comenzando con la vigilancia activa en, concretamente, 632 aldeas. Tras el descubrimiento de más casos humanos y

caninos, dicho programa amplió la cobertura para incorporar más aldeas cada año, consiguiendo a finales de 2018 un total de 1895 aldeas en el sistema de vigilancia. Sin embargo, hay dudas sobre la relación entre la intensidad del sistema de vigilancia y la detección de casos caninos (Guagliardo et al., 2020).

En este caso, el patrón epidemiológico no fue igual a lo observado anteriormente en Chad o en otros países endémicos, en el que hay una agrupación de casos por aldea con una fuente de agua común desde donde todas las personas de dicha zona se infectaban. Tampoco ha habido un aumento explosivo de casos como cabría esperar. Además, el número medio de gusanos por persona fue pequeño y los perros resultaron ser los más afectados, hecho que también contradice a los antecedentes históricos (Eberhard et al., 2014).

Parece que la infección en perros está manteniendo la transmisión de la enfermedad en Chad. En efecto, entre marzo de 2012 y junio de 2013 se detectaron 56 perros infectados, aunque la mayoría de los casos no provinieron de las mismas aldeas donde se informaron los casos humanos. De forma general, la incidencia de infección en perros fue cuatro veces mayor que la de humanos durante el mismo período de tiempo en la misma zona administrativa (Tabla 2). Además, entre los meses de enero y junio de 2013, los perros produjeron 7,6 veces más gusanos que los humanos (Eberhard et al., 2014).

Tabla 2. Casos de Dracunculosis en personas y perros en Chad. Adaptado de Eberhard et al., 2014.

	2012		Enero-junio de 2013		Total 2012-junio 2013	
	Humanos	Perros	Humanos	Perros	Humanos	Perros
<b>Nº casos</b>	10	27	5	29	15	56
<b>Nº gusanos</b>	11	40	7	53	18	93
<b>Nº gusanos/caso</b>	1,1	1,5	1,4	1,8	1,2	1,7

Todas estas observaciones han planteado varias cuestiones. En primer lugar, se valora si los perros pueden servir como reservorio de infecciones humanas. En segundo lugar, se plantea el hecho de que los perros estén infectados con una especie distinta de



*Dracunculus* que se está extendiendo a las personas como una zoonosis. En tercer lugar y último, se sugiere que un hospedador paraténico, ya sea ranas, peces o algún otro animal acuático, pueda estar canalizando la infección tanto a humanos como a perros (Eberhard et al., 2014).

Entre los años 2010 y 2012, se informaron de 30 casos humanos en 26 aldeas, resultando en un promedio de 1,15 personas infectadas por pueblo afectado. Este dato es bastante pequeño comparado con Ghana o Etiopía en 2010 y Malí en 2011, que tuvieron un promedio de dos, siendo incluso mayor en años anteriores. Es más, el número promedio de personas infectadas por pueblo en Chad durante la vigilancia entre los años 1995 y 1997 fue de tres, en contraposición al dato mencionado anteriormente de 1,15 en los años 2010 y 2013. Además, también en este intervalo de años, hubo menos gusanos por persona, con un promedio de 1,27 en Chad, cuando los datos en Etiopía y Malí eran de 1,96 y 1,7 respectivamente (Eberhard et al., 2014).

Por otra parte, la aparición máxima de gusanos fue de abril a septiembre, tanto en perros como en humanos (Figura 10). Sin embargo, en la década de 1990, la temporada de máxima transmisión fue de enero a marzo. Además, la mayoría de los casos ocurrieron a lo largo de un tramo de 150 kilómetros del río Chari, al oeste de Chad, sin que esto quiera decir que la transmisión ocurriese en el río. De hecho, son las lagunas que se forman a medida que el río retrocede en la estación seca donde ocurren la transmisión, además de los pequeños estanques tradicionales en estas comunidades (Eberhard et al., 2014).

En lo que se refiere a los perros, se entrevistaron a dueños de estos animales dentro y fuera de la zona endémica y se sacaron varias conclusiones significativas (Eberhard et al., 2014):

- Sólo los propietarios que vivían en la zona endémica estaban atentos a la aparición de gusanos en los perros, tanto los propios como los de otras personas del pueblo. Los dueños que vivían fuera de la zona endémica no estaban al tanto de las infecciones ni de sus perros ni de otros de la zona.

- Los dueños de perros en áreas endémicas y no endémicas confirmaron que sus perros bebían agua de las mismas fuentes y que comían alimentos compartidos. Sin embargo, las preguntas iban dirigidas a comidas crudas que tenían cierta asociación con el agua, como peces, ranas, tortugas... Además, se informó que, cuando se evisceraban los peces más grandes, los despojos se dejaban en el suelo para perros, gatos y otros animales.
- En 2012, entre 13 hogares con varios perros, el 62% tenía un perro infectado, el 23% tenían varios perros infectados y sólo el 15% restante no tenían perros infectados.

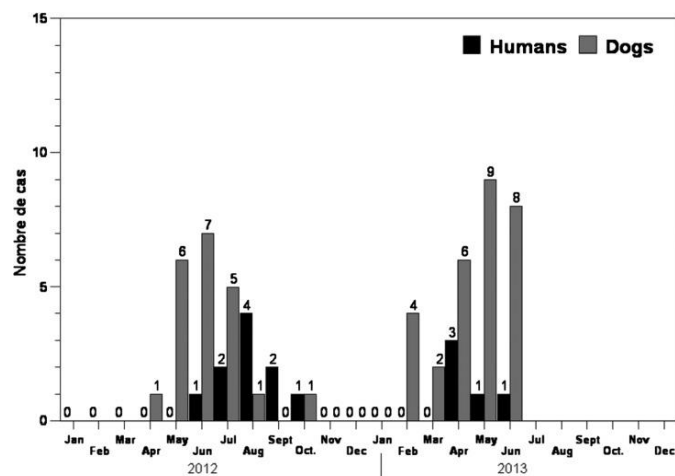


Figura 10. Aparición de casos en humanos y perros a lo largo de los años 2012 y 2013 (Eberhard et al., 2014).

Por otra parte, y más actualmente, se informaron casos rumoreados de *D. medinensis* en 48 personas, 14 perros y un gato del área afectada de abril a diciembre de 2019 en un período que abarca 147 días (Guagliardo et al., 2022).

Se detectaron un total de 22 infecciones humanas por *D. medinensis* en cuatro lugares, informando todos ellos de consumo de pescado crudo y agua sin filtrar de estanques y pozos excavados (Figura 11): 19 personas en Bogam, una persona en Liwi, una persona en Tarh y una persona en la ciudad de Sarh, que estuvo en Bogam durante el período de infección, es decir, un año atrás. Además, los casos detectados en Liwi y Tarh también tenían vínculos familiares con Bogam e informaron un viaje a dicho lugar en mayo de 2018, es decir, también en el período de infección (Guagliardo et al., 2022).

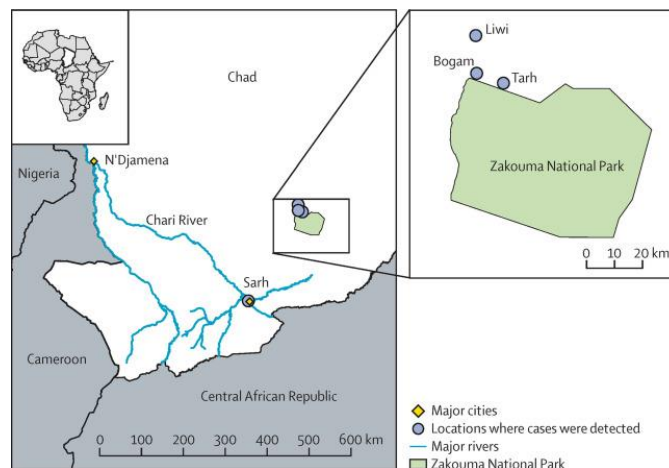


Figura 11. Ubicación de los casos detectados en Chad en el brote de 2019 (Guagliardo et al., 2022).

Entre los hogares afectados por el brote, el 40% tenían múltiples casos humanos o caninos dentro del área familiar. Entre las 22 personas infectadas, el 59% eran mujeres y el 77% tenían menos de 30 años. Alrededor de un tercio de los casos eran agricultores y una cuarta parte eran amas de casa. Por su parte, también se identificaron dos casos caninos durante dicho período de tiempo. Los casos caninos fueron contenidos, mientras que solo 7 de 22 casos humanos no lo fueron (Guagliardo et al., 2022).

El período prolongado de 147 días podría explicarse por la participación de un hospedador paraténico, lo que prolongaría el ciclo de vida. La duración inusual de este brote es digna de mención y se requiere más investigación (Guagliardo et al., 2022).

Por tanto, como resultado de este patrón epidemiológico tan inusual en los humanos y la tasa tan elevada de infección en los perros, que es más alta entre marzo y agosto y suele presentar un pico en junio (Figura 12), se considera fundamental centrar más la atención en las infecciones caninas. Todos los casos humanos en Chad parecen representar una transmisión fortuita de la infección por un ya mencionado hospedador paraténico y basada en hábito de alimentación, siendo el pescado crudo o poco cocido la fuente más probable tanto para personas como para perros (Hopkins et al., 2022A).

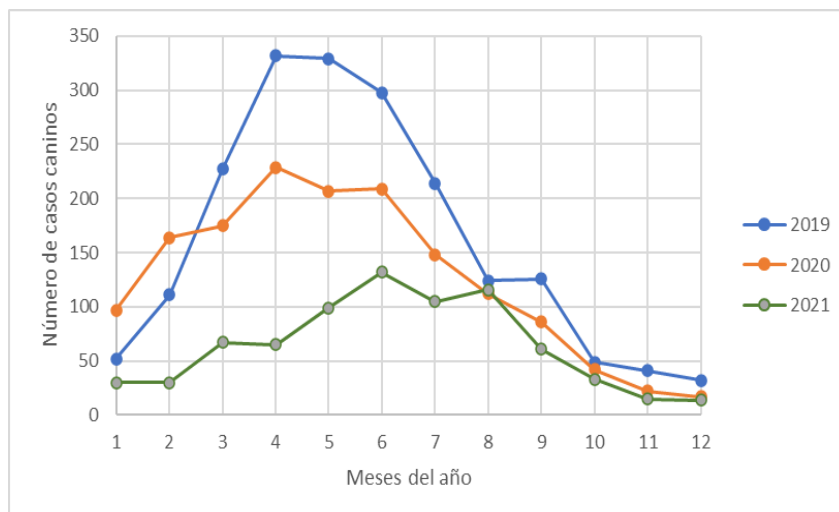


Figura 12. Infecciones de perros por meses en Chad en los años 2019, 2020 y 2021.  
Adaptado de Hopkins et al., 2022A

Sin embargo, la dracunculosis se puede prevenir e interrumpir la transmisión, incluso en este peculiar entorno epidemiológico. Esto requerirá intervenciones adicionales dirigidas a prevenir la infección eliminando de forma segura las entrañas de pescado, cociendo completamente los alimentos acuáticos antes de consumirlo, suministrando agua potable o incluso tratamientos para la eliminación de los copépodos (Eberhard et al., 2014).

## 6. CONCLUSIONES

La dracunculosis se trata de una enfermedad transmitida al ingerir agua contaminada con copépodos que, hoy en día, se encuentra prácticamente erradicada. Para llegar a este punto, han sido vitales las medidas de prevención, aunque no parecen ser suficientes para erradicar la enfermedad por completo, ya que la situación lleva estancada bastantes años.

Es cierto que existen ensayos para un posible tratamiento de la enfermedad con flubendazol, que serán útiles en futuros estudios. Además, también se cuenta con el larvicida temephos, que mata al hospedador intermediario, evitando que se cierre el ciclo biológico del parásito y esquivando la transmisión. Tanto el flubendazol como el temephos podrían dar ese paso definitivo para conseguir la tan ansiada erradicación.

La infección en animales, sobre todo perros, los disturbios civiles de algunos países o la reciente pandemia de COVID-19 han contribuido a que la enfermedad siga vigente y permanezca de forma endémica en ciertas áreas del continente africano.

De cualquier forma, el número de casos está a la baja y son muy pocos los países que sufren el parasitismo de forma de endémica: Angola, Chad, Etiopía, Malí y Sudán del Sur.

El estudio epidemiológico ha revelado que resulta necesario centrar la atención en las infecciones caninas, por lo que controlar la transmisión a este nivel será fundamental para dar por erradicada una enfermedad que ha causado muchos problemas a lo largo de la historia.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Awofeso N. Towards global Guinea worm eradication in 2015: the experience of South Sudan. *Int J Infect Dis.* 2013; 17(8): e577-82.
- Barry M. El final de la cola del gusano de Guinea: la erradicación mundial sin medicamentos ni vacunas. *N Engl J Med.* 2007; 356(25): 2561–2564
- Belcher DW, Wunapa FK, Ward WB. Failure of thiabendazole and metronidazole in the treatment and suppression of guinea worm disease. *Am J Trop Med Hyg.* 1975; 24(3): 444-6.
- Beyene HB, Bekele A, Shifara A, Ebstie YA, Desalegn Z, Kebede Z, et al. Elimination of Guinea Worm Disease in Ethiopia; Current Status of the Disease's, Eradication Strategies and Challenges to the End Game. *Ethiop Med J.* 2017; 55(Suppl 1): 15-31.
- Biswas G, Sankara DP, Agua-Agum J, Maiga A. Dracunculosis (guinea worm disease): eradication without a drug or a vaccine. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2013; 368(1623): 20120146.
- Burki T. Countries recommit to Guinea worm eradication by 2030. *The Lancet Infectious Diseases*, Volume 22, Issue 5, 2022, Pages 597-598.
- Cairncross S, Muller R, Zagaria N. Dracunculiasis (Guinea worm disease) and the eradication initiative. *Clin Microbiol Rev.* 2002; 15(2): 223-46.

- Carter Center Leadership [Internet]. The Carter Center. 2023 [en línea] - [Consultado en marzo 2023]. Disponible en: <https://www.cartercenter.org/about/leadership/index.html>
- Castellanos ME, Braeuner R. *Dracunculus medinensis* –. Microbiología General UVG. 2013 [en línea] - [Consultado en febrero 2023]. Disponible en: <https://microbiologiageneraluvg.wordpress.com/tag/dracunculus-medinensis/>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Progress toward global eradication of dracunculosis, 2002-2003. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2004; 53(37): 871-2.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Progress toward global eradication of dracunculosis, January 2008-June 2009. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2009; 58(40): 1123-5.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Guinea Worm Disease - Biology. 2015 [en línea] - [Consultado en febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/guineaworm/biology.html>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Guinea Worm Disease - Epidemiology & Risk Factors. 2022A [en línea] - [Consultado en febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/guineaworm/epi.html>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Guinea Worm Disease - Disease. 2022B [en línea] - [Consultado en febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/guineaworm/disease.html>

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Guinea Worm Disease - Prevention & Control. 2022C [en línea] - [Consultado en febrero 2023].  
Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/guineaworm/prevent.html>
- Gonzalez Engelhard CA, Hodgkins AP, Pearl EE, Spears PK, Rychtář J, Taylor D. A mathematical model of Guinea worm disease in Chad with fish as intermediate transport hosts. *Journal of Theoretical Biology*, Volume 521, 2021, 110683.
- Cleveland CA, Garrett KB, Box EK, Thompson AT, Haynes EK, Elder DL, et al. Investigating Flubendazole as an Anthelmintic Treatment for Guinea Worm (*Dracunculus medinensis*): Clinical Trials in Laboratory-Reared Ferrets and Domestic Dogs in Chad. *Am J Trop Med Hyg*. 2022; 106(5): 1456–65.
- Darkase BA, Ratnaprkhi T, Bhatt K, Khopkar U. Manifestaciones cutáneas inusuales de dracunculosis: dos informes de casos raros. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2023; 89(2): 237-240.
- Eberhard ML, Ruiz-Tiben E, Hopkins DR, Farrell C, Toe F, Weiss A, et al. The peculiar epidemiology of dracunculosis in Chad. *Am J Trop Med Hyg*. 2014; 90(1): 61-70.
- Gállego Berenguer J. *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Barcelona: Publicacions i Edicions, Universitat de Barcelona; 2007.
- Gindola Y, Getahun D, Mohammed KA, Kamau EM, Camara BS, Wossen M, et al. Abate application practices in the Guinea worm endemic region of Gambella,



- Ethiopia: identification of elimination gaps. *J Infect Dev Ctries*. 2022; 16(8.1): 20S-25S.
- Greenaway C. Dracunculiasis (guinea worm disease). *CMAJ*. 2004; 170(4): 495-500.
  - Grunert R, Box E, Garrett K, Yabsley M, Cleveland C. Effects of Temephos (Abate®), Spinosad (Natular®), and Diflubenzuron on the Survival of Cyclopoid Copepods. *Am J Trop Med Hyg*. 2022; 106(3): 818-822.
  - Guagliardo SAJ, Roy SL, Ruiz-Tiben E, Zirimwabagabo H, Romero M, Chop E, et al. Guinea worm in domestic dogs in Chad: A description and analysis of surveillance data. *PLoS Negl Trop Dis*. 2020; 14(5): e0008207.
  - Guagliardo SAJ, Thiele E, Unterwegner K, Narcisse Nanguita N, Dossou L, Tchindebet Ouakou P, et al. Epidemiological and molecular investigations of a point-source outbreak of *Dracunculus medinensis* infecting humans and dogs in Chad: a cross-sectional study. *Lancet Microbe*. 2022; 3(2): e105-e112.
  - Hopkins DR, Ruiz-Tiben E, Eberhard ML, Roy SL. Progress Toward Global Eradication of Dracunculosis, January 2014-June 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2015; 64(41): 1161-5.
  - Hopkins DR, Ruiz-Tiben E, Eberhard ML, Weiss A, Withers PC, Roy SL, et al. Dracunculosis Eradication: Are We There Yet? *Am J Trop Med Hyg*. 2018; 99(2): 388-395.

- Hopkins DR, Weiss A, Torres-Velez FJ, Sapp SGH, Ijaz K. Dracunculiasis Eradication: End-Stage Challenges. *Am J Trop Med Hyg.* 2022A; 107(2): 373–82.
- Hopkins DR, Weiss AJ, Yerian S, Sapp SGH, Cama VA. Progress Toward Global Eradication of Dracunculosis - Worldwide, January 2021-June 2022B. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2022B; 71(47): 1496-1502.
- Kelly-Hope LA, Molyneux DH. Quantifying conflict zones as a challenge to certification of Guinea worm eradication in Africa: a new analytical approach. *BMJ Open.* 2021; 11(8): e049732.
- López Tricas, JM. Gusano de Guinea – info-farmacia. 2014 [en línea] - [Consultado en febrero de 2023]. Disponible en: <http://www.info-farmacia.com/microbiologia/gusano-de-guinea>
- Martínez-Mercado JP, Sierra-Santoyo A, Verdín-Betancourt FA, Rojas-García AE, Quintanilla-Vega B. Temephos, an organophosphate larvicide for residential use: a review of its toxicity. *Crit Rev Toxicol.* 2022; 52(2): 113-124.
- Mitra AK, Mawson AR. Neglected Tropical Diseases: Epidemiology and Global Burden. *Trop Med Infect Dis.* 2017; 2(3): 36.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS da a conocer una nueva fase en la lucha contra las enfermedades tropicales desatendidas. 2013 [en línea] - [Consultado en abril de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/16-01-2013-who-heralds-new-phase-in-the-fight-against-neglected-tropical-diseases>

- Pellegrino C, Patti G, Camporeale M, Belati A, Novara R, Papagni R, et al. Enfermedad del gusano de Guinea: una enfermedad desatendida al borde de la erradicación. *Medicina Tropical y Enfermedades Infecciosas*. 2022; 7(11): 366.
- Pérez D. Ghana celebra la erradicación de la dracunculosis. Cuida tu salud con Diane Pérez. 2011 [en línea] - [Consultado en febrero de 2023]. Disponible en: <https://cuidatusaludcondiane.com/ghana-celebra-la-erradicacion-de-la-dracunculosis/>
- Rawla P, Jan A. Dracunculiasis. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [en línea] - [Consultado en mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538231/>
- Richards RL, Holian LA, Infectious disease: Dog diets may drive transmission cycles in human Guinea worm disease, *Current Biology*, Volume 32, Issue 4, 2022, Pages R170-R173.
- Vinson JE, Park AW, Cleveland CA, Yabsley MJ, Ezenwa VO, Hall RJ. Alternative transmission pathways for guinea worm in dogs: implications for outbreak risk and control. *International Journal for Parasitology*. Volume 51, Issue 12, 2021, Pages 1027-1034.