

## **GRIPE AVIAR: ¿UN PELIGRO INMINENTE?**

### **INTRODUCCIÓN**

La gripe es una infección del sistema respiratorio, potencialmente mortal, causada por los llamados *Influenzavirus*. Sigue siendo una de las enfermedades infecciosas más difíciles de controlar por la variabilidad y capacidad de mutación que presentan dichos virus y, por este motivo, causa centenares de miles de víctimas mortales al año, especialmente en grupos de riesgo, a pesar de la profilaxis y la mejora en los tratamientos antivirales. Por este motivo sigue constituyendo uno de los problemas de salud pública más importantes en estos momentos.

Durante el último siglo y medio, y muy especialmente en el último lustro, se ha producido un aumento muy importante de la denominada gripe aviar, también llamada gripe de los pájaros, influenza aviar o gripe del pollo que no ha tenido hasta ahora un impacto grave en las poblaciones humanas por su difícil transmisión entre personas. Sin embargo, ha supuesto graves trastornos socioeconómicos en muchas partes del planeta por haber matado directamente u obligado a sacrificar a decenas de millones de animales. En los últimos años se ha observado que la capacidad de transmisión de los virus responsables a los mamíferos es cada vez más frecuente por sucesivas mutaciones y, por este motivo, el riesgo de transmisión entre humanos es algo que no se puede desdeñar en absoluto y, por tanto, en la actualidad está considerada como una enfermedad que debe vigilarse muy de cerca por su potencial pandémico.

La gripe aviar suele estar originada en aves acuáticas salvajes, conociéndose más de cien especies de las mismas. Estas no enferman, pero pueden transmitirla a aves domésticas que, a su vez, la pueden contagiar a animales y personas a través de contacto estrecho. Los seres humanos no suelen ser infectados con frecuencia, pero se han producido casos esporádicos graves con una muy alta tasa de mortalidad.

Siguiendo a Shi y Gao (2021), podemos señalar que los virus responsables de la gripe aviar evolucionan principalmente por medio de dos mecanismos: la deriva genética desde mutaciones puntuales y el intercambio genético a través de la recombinación de genomas segmentados. Sabemos que ambos mecanismos pueden conferirles nuevas características genéticas que potencialmente pueden afectar la transmisibilidad, la patogenicidad e incluso la antigenicidad.

## **LOS VIRUS DE LA GRIPE AVIAR**

La gripe aviar puede estar originada por distintos tipos de virus, similares en cierta manera a los de la gripe común. Recordemos que el agente causal de la gripe es el *Influenzavirus* (ARN monocatenario) (familia *Orthomyxoviridae*) que presenta tres tipos distintos: **A** es el más frecuente y causa epidemias y pandemias y afecta a seres humanos y cerdos, siendo endémico en las aves (a este tipo pertenecerían los virus de la gripe aviar); **B** que produce epidemias más localizadas o casos esporádicos e infecta a humanos básicamente; y **C**, causante de la gripe endémica, más leve, que no tiene mucha importancia epidemiológica y afecta también a cerdos. Veamos los virus de la gripe aviar detectados hasta ahora:

### **Virus H5N1**

#### Historia

El virus responsable más común de la gripe aviar es el H5N1, ARN, del género *Alphainfluenzavirus* y familia *Orthomyxoviridae*, muy agresivo que puede causar la muerte a más del 50% de las personas enfermas.

En el último tercio del siglo XIX, concretamente en 1878, se describió por vez primera la existencia de la gripe aviar (“Fowl Plague”, en inglés) en Italia, donde se conoció como “Enfermedad de Lombardía”. Su agente responsable fue reconocido en la década de 1950 por el virólogo alemán Werner Schäfer y en 1959 se produjo el primer gran brote confirmado en aves (Shi & Gao, 2021). Sería casi cincuenta años después, en 1997, en el transcurso del primer brote ocurrido en humanos en Hong Kong, cuando se comprobó

en un mercado de aves y otros animales vivos que el virus puede pasar directamente de un ave al ser humano por medio del contacto estrecho con esos animales (no se ha descubierto aún un huésped intermediario, aunque algunos autores piensan que podría tratarse del cerdo, como en la gripe común). Ese brote comenzó unos meses antes en una pequeña granja cuando el virus pasó de las aves salvajes a los gansos domésticos y de ahí se transmitió a las personas. El total de enfermos fue de 18 de los que murieron seis (el primero de ellos fue un niño de tres años, siendo la primera persona que fallecía por un virus de la gripe aviar a nivel mundial), lo que representa una mortalidad de más del 30%, y más del 60% de los pacientes presentaban neumonía severa, precisando ingreso en UCI. No se pudo comprobar la transmisión de humano a humano ya que todos los casos registrados habían tenido contacto estrecho con las aves. La respuesta inmediata del gobierno de Hong Kong no se hizo esperar y se procedió al sacrificio de todas las aves de corral del mercado que habían sobrevivido al brote y a todas las de la ciudad, en total 1.500.000.

#### Situación del virus H5N1 en el siglo XXI

Ligada a este tipo de mercados y granjas de aves, la gripe aviar ha originado pequeños brotes entre humanos en diferentes lugares del planeta, especialmente en la ya citada Hong Kong (2001, 2002 y 2003) y Vietnam (2004), con tasas de ataque muy bajas debido a que el virus se transmite mal entre personas al ser incapaz de unirse de manera efectiva con las células del tracto respiratorio superior de los seres humanos, afectando a unas pocas decenas, pero con una mortalidad muy alta que puede situarse entre el 30 y el 60% de los contagiados. El problema es que algunas de las mutaciones observadas en el virus responsable de la gripe de 1918 han sido ya observadas en el H5N1 que circula actualmente, cómo se ha podido comprobar en el brote de Hong Kong de 1997 y en el de Vietnam de 2004 en los que apareció la mutación E627K.

La muerte viene causada por complicaciones de tipo neumónico porque, al contrario que las infecciones del tracto superior, el virus H5N1 es más eficiente a la hora de unirse con las células del tracto respiratorio inferior.

En lo que va de siglo, cada vez han sido más frecuentes los brotes en Asia, Europa y América y así no es de extrañar que desde el año 2003 centenares de millones de aves hayan sido sacrificadas en distintos países para evitar nuevos focos de contagio, aunque – que se sepa - hasta la fecha solo existe un caso documentado de contagio entre personas (Lewis, 2008).

Entre 1997 y 2007, intervalo en el que se temió que pudiera originarse una pandemia (especialmente entre 2004 y 2006 cuando se observó que tenía una mayor facilidad para afectar personas), se produjeron 291 casos de infecciones humanas por el virus H5N1 de los cuales fallecieron 172 – la inmensa mayoría contagiados directamente de las aves - lo que implica una tasa de mortalidad de casi el 60%, muchísimo más alta que la de cualquier otro tipo de gripe, incluida la gripe española de 1918.

Hasta 2016 se habían notificado 854 casos en humanos, la mayoría de los cuales eran cuidadores de aves, con una altísima mortalidad, unas 450 muertes confirmadas (Crawford, 2020). Su tasa de mortalidad parece estar en torno al 60% en los contagiados lo que la hace casi comparable a la del ébola y otras enfermedades hemorrágicas virales, confirmando lo dicho anteriormente. Estamos de acuerdo con Mackenzie (2020) cuando señala que no se puede esperar que exista la tan extendida hipótesis de que existe una compensación automática entre mortalidad y transmisibilidad, en el sentido de que solo si se atenúa un patógeno haciéndose menos virulento es posible que afecte a más gente. La prueba de que esto no funciona siempre de esta manera está en la gripe de 1918 cuya segunda oleada fue mucho más letal que la primera o en el estallido de ébola de 2014 en África Occidental en el que su capacidad de transmisión de persona a persona se vio tremendamente incrementada y la mortalidad continuó siendo exactamente igual que la de brotes anteriores.

En cuanto a su distribución geográfica, en los últimos años se han producido brotes en explotaciones de aves de prácticamente todos los continentes y casos aislados en Vietnam y Tailandia. Desde 2009 se ha observado un incremento importante de casos

en Egipto que acapara la mitad de los registrados a nivel mundial (Shah, 2020). Según Quammen (2020), hasta 2011 el número de contagios en humanos en ese país del norte de África es de 151 con 52 muertes asociadas, lo que representaba un tercio de los fallecimientos a nivel global en ese momento.

Otros riesgos detectados desde 2005 son el de la transmisión a través de aves migratorias, lo que haría mucho más difícil el control de la enfermedad, y el desplazamiento hacia el mundo occidental cada vez más pronunciado de estas aves (se han llegado a observar casos incluso en Europa). De este modo, en noviembre de 2021 se ha observado un resurgimiento de gripe aviar por H5N1 en diversos departamentos franceses del suroeste con cuatro focos en Manciét y otro en las Landas, extendiéndose incluso al departamento de los Pirineos Atlánticos, fronterizo con España. También en el norte de Francia se han detectado dos focos en Aisne y otro más en el de Ardenes, por aves silvestres contagiadas. Todo ello ha llevado a las autoridades galas al sacrificio de miles de animales, la prohibición de circulación de aves y la desinfección de las zonas afectadas. Sin ir más lejos, en fecha tan reciente como enero de 2022 la gripe H5N1, procedente de Europa (en la que ya se considera la peor temporada de gripe aviar de la historia, afectando a más de 30 países y dos millones de aves muertas solo en Francia donde casi 20 granjas fueron afectadas), ha llegado a España, concretamente, a Ávila, donde han muerto varias decenas de gansos, y a Segovia donde se han tenido que sacrificar casi 20.000 pavos. En el resto del país también han sido detectados 17 focos diferentes en granjas avícolas que han supuesto el sacrificio de cerca de 700.000 animales. Por lo que respecta a las aves silvestres, son 17 los casos registrados en Cataluña, Castilla y León, Andalucía y Madrid.

Según Macip (2020), a pesar de que se ha vuelto endémica en varios países de Asia y, como hemos visto, en Egipto, en los últimos años fue disminuyendo paulatinamente sin que se conociera el motivo. Sin embargo, en los primeros meses de 2024, según señala la OMS, ha aumentado mucho la preocupación de que pueda surgir una posible pandemia por la creciente propagación del H5N1 a otras especies. De hecho, constituye

una pandemia zoonótica animal global que está afectando cada vez más mamíferos con el riesgo de que el virus evolucione, mute y desarrolle la capacidad de pasar más fácilmente de humano a humano. Así, tan recientemente como en marzo de 2024 el virus afectaba ya a vacas lecheras de más de 50 granjas de al menos nueve estados de Estados Unidos (al contrario que en las aves, la mortalidad entre el ganado vacuno es muy escasa) y, solo un mes más tarde, su genoma fue detectado en la leche vacuna pasteurizada de supermercados, lo que no significa que el virus pueda afectar a los consumidores ya que es muy sensible al calor. Ahora bien, como ha alertado el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, si la leche no se pasteuriza puede convertirse en un vector del virus ya que la carga viral observada en la misma es muy alta. Los primeros casos de transmisión de vacas a humanos se produjeron en Texas y Michigan, en abril y mayo de este año, aunque en ambos casos la clínica fue muy leve con una recuperación rápida sin que se requiriera tratamiento.

Según el CDC, estos dos casos pueden ser indicativos de que probablemente más animales de los que se han contabilizado estén infectados y que, por tanto, los trabajadores de este tipo de granjas continúan bajo un elevado riesgo de contraer la gripe aviar. No obstante, según el propio CDC, el riesgo actual para la salud pública en general sigue siendo bajo.

### Prevención

Hasta ahora la mejor medida profiláctica es evitar el contacto con aves que muestren algún tipo de sintomatología y no tener contacto con los cadáveres de las mismas. Que se sepa, la enfermedad no puede transmitirse a través del consumo de huevos, carne u otros productos derivados.

Hungría anunció una vacuna en 2005 aunque está por ver su auténtico efecto y, dos años después, la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos aprobó otra que protegería a un 45% de los vacunados. Por su parte, también en 2005, el Gobierno de Estados Unidos desarrolló un protocolo en el que incluía una serie de medidas para

minimizar el riesgo de expansión de la enfermedad en poblaciones humanas, reducir el riesgo de infección entre personas y organizar el planeamiento y preparación en caso de pandemia.

Hoy en día, se están intentando desarrollar vacunas para el H5N1 (por ejemplo, el Centro de Control y la Prevención de Enfermedades – CDC - de EE. UU ha creado un virus que podría ser candidato para fabricar una vacuna efectiva contra el mismo) y se insiste mucho en que las autoridades de salud regionales y nacionales a nivel global tengan la capacidad de realizar el diagnóstico correcto de la enfermedad. Ese paso es imprescindible para el control ante una posible pandemia que, de hecho, puede ocurrir en cualquier momento, hecho que sin duda ocurrirá en un futuro no demasiado lejano dada su alta capacidad mutagénica que ya hace que pueda transmitirse entre mamíferos (vacas, caballos, focas, leones marinos - el virus ha matado unos 24.000 en las costas de América del Sur en menos de un año y más de 17.000 crías de focas solo en la Península de Valdés, Argentina -, visones, gatos y, por supuesto, podría contagiar a los cerdos) y de ahí a los humanos el paso no es descabellado, especialmente en el caso del ganado porcino. Esto ya sucedió con la mal llamada “gripe española” de 1918 y no tiene porqué no ocurrir de nuevo. Por todo ello, se hace necesario, como sugiere la OMS, facilitar un acceso equitativo al diagnóstico, a las vacunas y al tratamiento si esa temida pandemia tuviera lugar.

### Tratamiento

En los casos humanos se han empleado antivirales como el oseltamivir y el zanamivir, inhibidores de la neuraminidasa, que solo son eficaces si se administran durante las primeras 24 horas de aparición de la clínica. De resto sería tratamiento sintomático y de las enfermedades asociadas, como la neumonía, al margen del soporte vital a los pacientes graves.

## **OTROS VIRUS DE LA GRIPE AVIAR CON POTENCIAL PANDÉMICO**

No podemos olvidar que existen otros virus gripales recientemente descubiertos que en un futuro podrían representar un peligro para la especie humana ya que han logrado transmitirse a personas. Son de siete tipos: H7N7, H3N2v, H7N9, propio de las aves de corral; H5N8 procedente de aves domésticas y silvestres, H5N6, H10N3 de aves migratorias y H9N2. Igualmente, hay que considerar aquí también al virus G4, porcino y relacionado con el H1N1, y el H3N8 relacionado con el ganado equino. Veamos estos nuevos virus gripales:

### **AH7N7**

Este virus fue descubierto en la primavera de 2003 en algunas granjas de aves de corral de los Países Bajos y posteriormente se observaría su presencia, con brotes menores, en Bélgica, Alemania, España, Reino Unido y Estados Unidos entre otros. Se ha demostrado que provoca infección no solo en aves sino también en cerdos, caballos y humanos. El brote de 2003 originó casi 90 casos humanos con una muerte, aunque estudios sobre personas que había estado expuestas al virus demostraban que unas 500 de ellas tenían anticuerpos contra el mismo sin que hubieran presentado clínica o esta había sido tan leve que casi había pasado desapercibida. También se comprobó que su capacidad de transmisión entre humanos es muy baja. Como consecuencia de ese primer brote se produjo el sacrificio masivo de las aves de la zona.

### **A (H3N2v)**

Tal y como señala el CDC (Centers for Disease Control and Prevention) de los Estados Unidos, este es un virus no humano que circula normalmente en cerdos y fue descubierto en 2010, para un año más tarde ser observado en personas. Efectivamente, el H3N2v entre los años 2011 y 2012 contagió a más de 320 individuos, comprobándose que tiene genes aviares, porcinos y humanos siendo la adquisición del gen M de la gripe pandémica de 2009 o gripe porcina el que le confirió la capacidad de transmitirse a humanos más fácilmente que otros virus gripales de origen porcino. Desde entonces se han detectado solo casos esporádicos, comprobándose que se trata de personas que



han estado en contacto de forma prolongada con cerdos, sin que exista una extensión de persona a persona sostenida. El cuadro clínico es similar a la gripe común, pero puede complicarse con neumonía, incluso en personas sanas, que pueden llevar a la muerte. Sin embargo, por el momento no parece ser más grave que una gripe común. Los adultos parecen tener cierta inmunidad frente al virus, pero no así los jóvenes nacidos después de 2001.

### **H7N9**

Fue detectado en aves de corral de China, en marzo de 2013, y dos años después había afectado a más de 600 personas en distintos pequeños brotes epidémicos, comprobándose además que más del 5% de los trabajadores de granjas de aves del sur de China presentaban inmunidad frente al mismo, lo cual es indicativo de que continúa su expansión. El virus H7N9 ha causado hasta el momento casi 1.600 contagios en China, Hong Kong o Macao (en estos dos últimos en viajeros procedentes de China) con 616 muertes asociadas, con una tasa de mortalidad que ronda el 40% que en gran parte se debe a complicaciones de tipo neumónico. Sin embargo, últimamente la tasa de positividad del virus ha disminuido fuertemente y desde finales de 2017 solamente se ha informado de la aparición de tres nuevos casos. Hasta el momento presente este virus no ha podido transmitirse de forma sostenida entre personas, excepto en algunos pocos casos con contacto muy estrecho, porque no se unen eficientemente a las células del sistema respiratorio y solamente se ha observado en trabajadores de granjas que han tenido una exposición prolongada con animales y productos contaminados. No obstante, se está llevando a cabo una vigilancia extrema por su posible potencial pandémico y la gravedad de los cuadros clínicos que presenta.

### **H5N8**

Aunque el primer brote se produjo en dos granjas avícolas de Irlanda en 1983 donde se sacrificaron más de 300.000 aves, entre 2016 y 2017 se pudo comprobar que se había estado extendiendo por el mundo por medio de aves migratorias, causando la muerte de millones de estos animales. Así, en febrero de 2020 se produjo un brote muy fuerte

en una granja avícola de Arabia Saudí donde causó la muerte de más de 22.000 aves de corral en un corto espacio de tiempo. Ya para verano de ese año fue detectado en aves acuáticas salvajes de Rusia y Kazajstan y en otoño estaba presente en granjas y aves silvestres de Europa (Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Irlanda, Alemania, Francia, Dinamarca y Suecia). También se observaron brotes con alta mortalidad asociada de aves en granjas de Asia (Japón, Corea del Sur y China) a finales del mismo año y desde principios de 2021 parece que continúa con su expansión hacia otros lugares, como la India, Iraq o Namibia.

De momento, parece tratarse de una cepa poco contagiosa (no existe constancia de la transmisión directa entre personas) y poco virulenta entre humanos pues los pocos casos hallados en nuestra especie (menos de una decena), casi todos trabajadores avícolas de Rusia, entre diciembre de 2020 y febrero de 2021 han presentado una sintomatología muy leve – fiebre, escalofríos, tos, astenia y cefalea - de la que se recuperaron rápidamente sin ninguna secuela o eran totalmente asintomáticos. No obstante, conviene estar vigilantes porque su patogenicidad ha ido aumentando en los últimos años. Ese último brote de 2020-2021 provocó el sacrificio de decenas de millones de aves de corral en todos los lugares afectados para evitar su posible paso a seres humanos.

## **H5N6**

Fue identificado por primera vez en aves de corral en Laos en 2013 y desde 2014 se ha informado a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de un total de 49 casos confirmados de infección en seres humanos por H5N6 que presenta una tasa de mortalidad cercana al 70%.

Un aumento significativo en la cantidad de personas infectadas con este tipo de gripe aviar en China en 2021 podría deberse a que una cepa que circulaba anteriormente parece haber mutado, pudiendo ser más contagiosa para los humanos. De los 21 casos del subtipo H5N6 diagnosticados en 2021, frente a solo cinco del año anterior. al menos

seis han muerto y del resto muchos han estado gravemente enfermos. La mayoría de ellos entró en contacto con aves de corral y no ha habido casos confirmados de transmisión de persona a persona, lo que demuestra que el virus no ha adquirido la capacidad de transmisión sostenida entre humanos.

### **H10N3**

A finales de mayo de 2021, las autoridades sanitarias chinas han notificado el primer caso humano de gripe aviar por este virus, procedente de aves migratorias, en un hombre de unos 40 años de la provincia de Jiangsu que fue ingresado en un centro hospitalario a finales de abril con clínica gripal (tos, fiebre y disnea) y dado de alta un mes más tarde tras su recuperación. El rastreo de los contactos estrechos del paciente no demostró la existencia de más contagios y, por ello, las autoridades chinas, y el propio Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades llegaron a la conclusión de que se trata de una cepa relativamente menos grave y poco contagiosa, siendo muy bajo el riesgo de propagación global y bajo para las personas expuestas laboralmente, al menos de momento.

### **H9N2**

Se trata del virus aviar dominante actualmente en las regiones septentrionales de China, reemplazando al H7N9. Hasta tal punto es así que, aunque todavía no ha causado enfermedad grave en humanos, más del 10% de trabajadores sanos de las granjas avícolas de esas regiones presentan positividad para ese subtipo (Shi & Gao, 2021).

### **Virus G4**

Descubierto hace una decena de años en China, el G4 no es un virus estrictamente aviar, sino más bien un virus porcino relacionado con el H1N1 causante de la pandemia de 2009 y otros dos linajes víricos más. Estudios de los últimos años han mostrado que lejos de desaparecer, cómo han hecho otros virus de este tipo, este sigue reapareciendo con frecuencia creciente en los últimos años y demostrando que es capaz de unirse a las células y receptores humanos, mostrando una alta capacidad de replicación en las vías

respiratorias lo que puede convertirlo en un virus potencialmente pandémico, aunque aún no ha causado brotes explosivos al no poder transmitirse eficientemente entre seres humanos. No obstante, es un patógeno de alta capacidad infecciosa potencial y que puede originar cuadros clínicos graves.

### **H3N8**

Es el responsable de la llamada “gripe equina” afectando caballos, asnos, mulos o cebras en los cuales es altamente contagiosa por el tracto respiratorio y por contacto directo entre equinos e indirecto a través de fómites (objeto o sustancia que si se contamina con un patógeno puede contagiar), aunque también puede afectar a aves, perros y focas. En 2022 y 2023, tres personas fueron infectadas en China de las que murió una. El período de incubación es de 1-3 días con un máximo de 7 y puede ser contagioso hasta los 7-10 días desde la desaparición de la clínica que consiste en tos seca y secreciones nasales y, más infrecuentemente, inflamación de ganglios submandibulares, hiperemia nasal, conjuntivitis, taquicardia y taquipnea, y afectación de los miembros. Puede haber sobreinfección bacteriana.

Su historia se remonta a 1963 con una epidemia en Miami que, rápidamente, se extendió por Norte y Sur América y Europa y entre 1981 y 1983, a pesar del uso de vacunas, volvió a originar una auténtica pandemia en América y el continente europeo. En la década de 1980 aparecieron dos linajes el americano y el europeo.

### **CONCLUSIONES**

La solución a riesgos como el de la gripe aviar pasa inexorablemente por la denominada “salud única”, “una sola salud” o “salud planetaria” (“One Health”, en inglés) que es una estrategia mundial para aumentar la comunicación y la colaboración entre diversas ramas de la Ciencia, incluyendo medicina, veterinaria, biología, sociología, etc a nivel local, nacional y planetario y que tiene por objetivo el cuidado de la salud de las personas, los animales y el medio ambiente, entendiendo que todas están ligadas entre sí y que no puede separarse la una de las otras. Aunque este era un hecho que se conocía

desde hace mucho tiempo (Hipócrates ya lo había adelantado desde el siglo IV AEC), este concepto fue introducido al inicio de la presente centuria ante la amenaza de aparición de nuevas pandemias que podrían tener efectos catastróficos, como es el caso que nos ocupa.

En la iniciativa participan la OMS, la FAO (Organización de Naciones Unidas para para la Alimentación y la Agricultura), la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) y la UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia), junto con la propia ONU, el Banco Mundial y otras muchas instituciones nacionales e internacionales. Para resaltar la importancia de la Salud Única, se ha declarado el 3 de noviembre como el Día Internacional One Health. Hoy más que nunca se hace necesario desarrollar esta iniciativa para poder facilitar la respuesta a la aparición de zoonosis capaces de provocar enfermedad y prevenir brotes epidémicos por medio de educación, inversión y desarrollo de protocolos y líneas de actuación adecuadas.

Un estudio muy reciente de la Universidad de Oxford (Inglaterra) ha demostrado que, en el año y medio que hasta septiembre de 2021 había durado la pandemia de Covid-19, la esperanza de vida se ha reducido entre 18 y 24 meses a nivel mundial, a pesar de los avances introducidos en el tratamiento de la enfermedad y el uso de vacunas desde finales de 2020.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CRAWFORD, D.H. 2020. *Virus. Una breve introducción*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

LEWIS, J. 2008b. Influenza. En Byrne, J.P. (ed.): *Encyclopedia of Pestilence, Pandemics, and Plagues*. Westport (Connecticut): Greenwood Press, Vol. 1, pp. 304-309.

MACIP, S. 2020. *Las grandes epidemias modernas. La lucha de la humanidad contra los enemigos invisibles*. Barcelona: Destino – Editorial Planeta.

MACKENZIE, D. 2020. *COVID – 19. La pandemia que no debería haber sucedido jamás, y cómo detener la siguiente*. Barcelona: RBA Libros.

QUAMMEN, D. 2020. *Contagio. La evolución de las pandemias*. Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U. Debate.

SHAH, S. 2020. *Pandemia. Mapa del contagio de las enfermedades más letales del planeta*. Madrid: Capitán Swing Libros.

SHI, W. & GAO, G.F. 2021. Emerging H5N8 avian influenza viruses. *Science*, 372, 6544: 784 – 786.

**Conrado Rodríguez-Maffiotte, director del Museo Arqueológico y del Instituto Canario de Bioantropología**