

#profesión Veterinaria

AÑO 27
Nº 104
JUL-OCT25

Comprometidos con la salud de todos

SUELO *y* ONE HEALTH



**Toda la profesión
contra el
Real Decreto
666/2023**



**Entrevista a
José Luis Puchol,
Director General
del Hospital
Veterinario Puchol**



**Ética de la
investigación
en animales**

Editado por:



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

EL MÁSTER MÁS RECONOCIDO POR LAS EMPRESAS DEL SECTOR



msa
master en seguridad alimentaria



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

octubre 2025 - junio 2026

XXII EDICIÓN DEL MÁSTER EN SEGURIDAD ALIMENTARIA

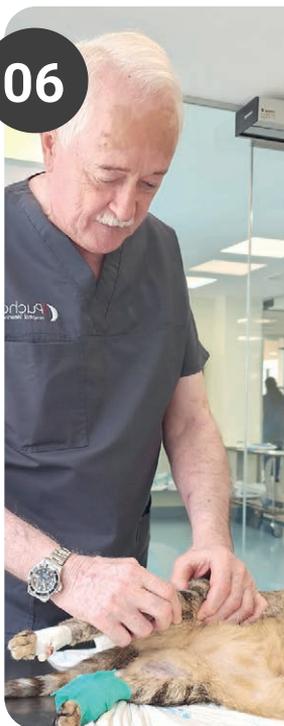


En colaboración con



SUMARIO

06



ENTREVISTA JOSÉ LUIS PUCHOL

Fundador y Director General del Hospital Veterinario Puchol, José Luis Puchol, pionero y referente en la clínica de animales de compañía con más de cinco décadas de actividad en el sector, analiza en la entrevista que publicamos en este número el estado de situación de la profesión, sus problemas y afirma que "si somos capaces de organizarnos, de escucharnos y de mirar más allá de la urgencia del día a día, tenemos mucho futuro por delante".

30



SALUD PÚBLICA

Suelo y One Health

Un número cada vez mayor de estudios sobre las enfermedades infecciosas emergentes señala a las alteraciones producidas en la cubierta vegetal y en la utilización de la tierra, como principales factores contribuyentes a la aparición de enfermedades infecciosas", según explican en el artículo "Suelo y One Health", Pablo Palencia, Amaia Ortiz Barredo y Claudia González.

PROFESIÓN

Veterinarios de toda España, de todos los sectores y de todas las especies se han manifestado en estos seis primeros meses del año contra el Real Decreto 666/2023 y el sistema PREVET y también por la salud animal, la salud pública y el reconocimiento de la profesión.

46



BIENESTAR ANIMAL

Violencia coercitiva mediante los animales.
Perspectiva veterinaria

Por José María Josa Mutuberría

53



05 Editorial

10 Tumores en perros y gatos:
Una década de lecciones desde la patología veterinaria

18 Bioseguridad en centros veterinarios de pequeños animales y animales exóticos de compañía (Parte 1)

44 Clausurada la XXI edición del Master en Seguridad Alimentaria

48 Manifiesto de la profesión veterinaria

51 Nueva aula polivalente en la Facultad de Veterinaria de la UCM con la colaboración de COLVEMA

52 Premio COLVEMA de la Real Academia

58 Ética de la investigación en animales

68 Enseñanza en la formación del profesional veterinario. Principios básicos

76 Del papiro de Ebers a la era molecular

84 Redacción de artículos científicos para veterinarios no investigadores

90 Lo que el medio ambiente esconde

TODA LA VIDA CUIDANDO,
¿y quién cuida de ti
y de tu familia?

SEGURO DE VIDA

Amplía la cobertura
que tienes como colegiado
y complementala asegurándote si una
invalidez no te permite trabajar.





Felipe Vilas

Presidente del Colegio de Veterinarios de Madrid

Una causa justa

Veterinarios y veterinarias de toda España, de todos los sectores y de todas las especialidades nos hemos rebelado en estos seis primeros meses del año contra **el Real Decreto 666/2023 y el sistema PRESVET, que condiciona nuestro trabajo y pone en riesgo la salud animal y la salud pública.**

Hemos convocado asambleas, se han presentado alegaciones, hemos organizado concentraciones, nos hemos reunido con representantes de todos los partidos políticos y se han elaborado manifiestos que reflejan **el sentir de una profesión que se sabe esencial, aunque a menudo no se siente suficientemente reconocida y valorada.**

En Madrid nos hemos manifestado en IFEMA, en el Ministerio de Agricultura, en el Congreso de los Diputados, en la Delegación de Gobierno y en el Ministerio de Sanidad en un recorrido de Cibeles y Atocha acompañados de propietarios de animales. **No han sido solo protestas profesionales, sino movilizaciones en defensa de la salud de los animales, de las familias que los cuidan y del modelo de atención veterinaria que queremos para nuestro país.**

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento por el compromiso, la implicación y la fuerza que habéis demostrado en todas estas movilizaciones. Gracias por convertir cada cita en una auténtica marea azul que ha inundado nuestras calles de dignidad, orgullo profesional y un espíritu de unión sin precedentes.

Nunca nuestra profesión ha estado tan unida por una causa, ni ha tenido tanta visibilidad en los medios de comunicación, ni ha tenido tanto apoyo social.

La normativa que ahora regula nuestro trabajo, lejos de ayudarnos, nos asfixia. El **Real Decreto 666/2023** y el sistema PRESVET nos impide tratar los animales con los medicamentos que necesitan para poder sanar. Esta regulación no protege la salud animal ni la salud pública. Al contrario, genera **retrasos en los tratamientos, fomenta la automedicación,** encarece la atención veterinaria y nos aleja de los estándares europeos.

Para los veterinarios de todo el país resulta increíble que el Ministerio de Agricultura, responsable de esta situación y que conoce perfectamente las graves dificultades que padecemos para ejercer nuestro trabajo, todavía no haya rectificado y que el ministro Planas no se haya reunido todavía con representantes de la profesión para escucharnos.

No luchamos solo contra un decreto o una plataforma; **luchamos por un ejercicio profesional justo, digno y sostenible.** La sociedad, la opinión pública y la razón están de nuestro lado y **no pararemos hasta conseguir que se atiendan nuestras justas reivindicaciones por la salud animal y por la salud de todos.**

EDITA

Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid
C/ Maestro Ripoll, 8
Tel.: 91 411 20 33
Fax: 91 561 05 65
e-mail: veterinariamadrid@colvema.org
web: www.colvema.org

DIRECTOR

Fernando Asensio Rubio

REDACTOR JEFE

Julio Díez García

FOTOGRAFÍA

Rodrigo Pérez Castaña

COLABORAN EN ESTE NÚMERO

Pablo Palencia, Amaia Ortiz, Claudia González, Miriam Portero, Berga Estefanía, María Isabel Clemente, Adrián Rabanal, Nuria Valle, Gustavo Ortiz, Paloma Jimena, Ignacio Álvarez, Fernando Asensio, Juan María Mutuberría, Ignacio Salazar, Carmen Herranz, Teresa García-Seco, Alberto Perelló, Alberto Díez-Güerrier, Antonio Martínez, Christian Gortazar, Lucas Domínguez, Marta Pérez-Sancho, Mercedes González, A. Navarro, B. Escudero, M. Simó, J. Jordá.

ADMINISTRACIÓN

Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid
C/ Maestro Ripoll, 8

DISEÑO E IMPRESIÓN

LUMIMAR, S.L.-CGA, S.L.
Ctra. Torrejón a Ajalvir, km. 5,5
Pol. Ind. Ramarga, 28864 Ajalvir (Madrid)
Tel.: 91 887 47 76

DIFUSIÓN NACIONAL

Depósito Legal:
M-1189-1988
ISSN 2253-7244



JOSÉ LUIS PUCHOL

* Fundador y Director General del Hospital Veterinario Puchol

“Necesitamos comunicar mejor, unirnos más como colectivo, y reivindicar lo que somos, desde la excelencia, no desde la queja”

En tu larga trayectoria has vivido cambios trascendentales que han transformado nuestra profesión. ¿Cuáles consideras que han sido los más significativos?

La tecnología y los medios diagnósticos de los que disponemos hoy en día son impresionantes si los comparamos con los que teníamos al inicio de mi carrera. Sin embargo, si tuviera que destacar un cambio verdaderamente transformador, diría que ha sido la implicación de los tutores. Recuerdo que, hace años, ante un tratamiento complejo o costoso, era frecuente escuchar frases como: “¡Por ese dinero me compro tres perros como este!”. Hoy eso ha cambiado radicalmente. La mayoría de tutores entienden, se informan, preguntan, se preocupan y quieren hacer lo mejor para su animal. Esa evolución en la relación humano-animal nos ha permitido trabajar con una profundidad y un nivel de exigencia que, sinceramente, nunca hubiéramos imaginado hace décadas.

Has sido pionero en muchos aspectos y has participado en iniciativas que han mejorado la profesión, como AMVAC. ¿Qué iniciativas te aportaron más a nivel humano o profesional?

AMVAC fue un gran reto para mí. Me permitió ver más allá del quirófano y entender que los cambios importantes nacen del trabajo en común. También me aportó relaciones personales que han marcado mi carrera. Estar rodeado de gente con ideas, inquietudes y compromiso te ayuda a crecer.

Pero sobre todo consiguió que “el veterinario de enfrente”, dejara de ser un enemigo desconocido y

pasara a ser un competidor conocido.

El Hospital Veterinario Puchol, el mayor hospital independiente de España, se ha convertido en centro de referencia. ¿Qué balance haces de estos años de actividad y cuáles son los planes a medio plazo?

El balance es muy positivo, la verdad. No ha sido un camino fácil, pero sí coherente. Hemos apostado sobre todo por la calidad, el equipo humano, y el servicio a los veterinarios remitores, siguiendo la línea de trabajo de Clínica Veterinaria Puerta de Hierro. A medio plazo, queremos consolidar lo que hemos construido y seguir mejorando en aquellas áreas que más necesita el sector veterinario. Nuestra actual apuesta es la Oncología, con la apertura de nuestro Hospital Oncológico Puchol, que empezará su construcción en unas semanas.

En los últimos años hemos asistido a la llegada de nuevos agentes. El sector ha cambiado. ¿Cómo valoras lo que ha sucedido y qué pasará en el futuro?

Es una realidad y debemos saber convivir unos y otros. La consolidación del sector, con la entrada de grupos y fondos de inversión, ha generado oportunidades, pero también tensiones. Lo importante es que no perdamos el alma de la profesión. La rentabilidad no puede estar por encima de la ética, ni de la vocación. El futuro dependerá de cómo gestionemos ese equilibrio.

Nosotros optamos por mantenernos independientes, a pesar de los

malos augurios que se nos dedicaban, y a día de hoy, creemos que acertamos.

¿Cómo valoras el impacto de la nueva normativa sobre la prescripción y dispensación de medicamentos veterinarios en la práctica clínica diaria?

Es cierto que se ha reducido la cantidad de antibióticos consumidos, pero a costa de la salud de las mascotas que atendemos, a costa de mucha burocracia y, mediante presión y miedo, en lugar de sentido común y negociación.

El motivo original es bueno, debemos reducir el consumo de antibióticos. El problema es que esta buena idea se ha plasmado muy mal en el decreto que regula su uso.

¿Cómo valoras la evolución del papel del veterinario clínico, que ahora debe combinar habilidades técnicas, gestión, comunicación y liderazgo?

Es posible que este sea uno de los mayores retos, sobre todo para los "seniors", que deben adaptarse. Ya no basta con saber mucho de medicina. Hay que saber liderar equipos, hablar con tutores en situaciones emocionalmente complejas, gestionar tiempos, asumir responsabilidades económicas, etc. El veterinario clínico de hoy necesita competencias transversales que antes ni imaginábamos. Y por eso es clave la formación continua.

Hay que entender, que hoy en día, las clínicas veterinarias hay que dirigir las como lo que son, una empresa.

“ El veterinario clínico de hoy necesita competencias transversales que antes ni imaginábamos. Y por eso es clave la formación continua ”



Según las encuestas, al menos la mitad de los veterinarios sienten que nuestra profesión no está suficientemente valorada. ¿Cuál es tu opinión al respecto?

Si estamos hablando desde el punto de vista de la Administración, es una percepción real. Seguimos siendo vistos muchas veces como “el médico de los animales”, sin entender la complejidad de lo que hacemos, lo que somos, ni el impacto que tiene nuestro trabajo en la salud pública, el medio ambiente o la sociedad. Para cambiar eso, necesitamos comunicar mejor, unirnos más como colectivo, y reivindicar lo que somos desde la excelencia, no desde la queja. También es importante formar en habilidades comunicativas desde la universidad. Siempre sin olvidar que ya no somos “un hombre orquesta”, ahora, queramos o no, gestionamos una empresa y competimos con “otros” que son grandes gestores.

Si lo planteamos desde el punto de vista de la sociedad, creo que nuestra imagen ha mejorado mucho en los últimos tiempos. Afortunadamente, la sociedad en muchas ocasiones nos ve como profesionales formados que se ocupan de una parte importante de su familia, y eso lo valoran.

El hospital que diriges es centro de referencia y colabora con numerosos veterinarios remitentes. ¿Qué valor aporta la colaboración entre clínicas y hospitales de referencia al desarrollo profesional y a la calidad asistencial?

Colaborar no es solo compartir casos, es compartir criterios, dudas

y experiencias. La relación con los remitentes nos exige un nivel de excelencia constante, pero también nos enriquece. Nuestro “granito de arena” en este caso es la formación presencial y online que hacemos de forma gratuita para los veterinarios remitentes. Es un momento especial donde habla-

hagamos de ella. La inteligencia artificial no sustituirá la sensibilidad clínica, la comunicación con el tutor ni la capacidad de juicio. Nos ayuda en tareas repetitivas que no aportan mucho valor y nos deja tiempo para centrarnos en lo que importa, el cuidado del paciente.

“ Es cierto que se ha reducido la cantidad de antibióticos consumidos, pero a costa de la salud de las mascotas que atendemos, a costa de mucha burocracia y, mediante presión y miedo, en lugar de sentido común y negociación ”

mos en persona y no a través de un teléfono y podemos compartir casos clínicos complicados, pero también recibir feedback de nuestros servicios.

Lo que es cierto que algunos centros que nos referían casos clínicos, han dejarlo de hacerlo al integrarse a grupos o corporaciones, pero, es significativo que el día de hoy tenemos más remitentes que nunca, por lo cual estamos muy agradecidos.

¿Cómo crees que la inteligencia artificial va a transformar el ejercicio de la práctica clínica? ¿Qué impacto crees que tendrá en nuestra profesión?

A mí me cuesta un poco adaptarme a todo esto, pero es evidente que la Inteligencia Artificial ya está introducida en nuestra profesión.

Nos puede ayudar a detectar patrones, agiliza tareas administrativas, o apoyar en el diagnóstico. Pero lo importante no es la tecnología, sino el uso que

¿Cuáles son, en tu opinión, los principales problemas estructurales a los que se va a enfrentar la profesión en los próximos años?

Una pregunta complicada, pues se puede entender desde muchos puntos de vista.

Yo destacaría: la escasez de veterinarios en ciertas áreas, la presión económica sobre las clínicas independientes, el agotamiento emocional, que al menos en nuestro caso, afecta mucho más frecuentemente al personal auxiliar que a los propios veterinarios, la desconexión entre la universidad y la realidad clínica, y la falta de representación institucional fuerte, entre otras.

Si no abordamos estos temas de forma conjunta, como colectivo, corremos el riesgo de debilitarnos. Pero si somos capaces de organizarnos, de escucharnos y de mirar más allá de la urgencia del día a día, tenemos mucho futuro por delante.

¿Quieres celebrar tu **evento de empresa** en un **espacio** que ofrece las **mejores instalaciones** y **servicios**?



Si quieres ofrecer una experiencia única a tus clientes o empleados en una localización inmejorable del centro de Madrid, puedes contactar con nosotros a través de:

☎ 914 11 20 33

✉ veterinariamadrid@colvema.org



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

colvema.org



Tumores en perros y gatos: Una década de lecciones desde la patología veterinaria

ADRIÁN RABANAL SOTO, NURIA VALLE RODRÍGUEZ, GUSTAVO ORTIZ DIEZ, PALOMA JIMENA DE ANDRÉS

1. Hospital Clínico Veterinario Complutense. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040, Madrid, España
2. Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040, Madrid, España.

Resumen

Las neoplasias en perros y gatos representan una realidad frecuente y clínicamente relevante. Este estudio retrospectivo basado en 1.595 biopsias tumorales aporta información valiosa sobre las localizaciones más comunes, la distribución por especie, edad y raza, y —de manera destacada— sobre la escasa frecuencia con la que se remiten ganglios linfáticos para su análisis histopatológico.

Los resultados ponen de manifiesto que la afectación ganglionar es frecuente cuando se evalúa, lo que invita a reflexionar sobre cuántos casos podrían estar infradiagnosticados. La incorpora-

ción del estudio ganglionar a la rutina diagnóstica no solo mejora la estadificación, sino que permite tomar decisiones terapéuticas más informadas y, probablemente, más eficaces.

La oncología veterinaria ha recorrido un largo camino, pero aún dispone de un amplio margen de mejora. La protocolización de procedimientos, el trabajo colaborativo, la adopción de nuevas tecnologías diagnósticas y la formación continua representan acciones concretas que pueden incrementar de manera importante la calidad de vida de los pacientes y elevar la excelencia profesional.

Una década mirando tumores

El cáncer constituye una de las principales causas de mortalidad en animales de compañía y su diagnóstico se ha vuelto cada vez más prevalente en los últimos años. Este incremento obedece no solo a una posible mayor incidencia real, sino también a la mejora en la atención veterinaria, la disponibilidad de métodos diagnósticos más avanzados y el aumento de la esperanza de vida de perros y gatos. No obstante, a pesar del progreso en los recursos clínicos y quirúrgicos, la oncología veterinaria continúa enfrentando importantes retos, en

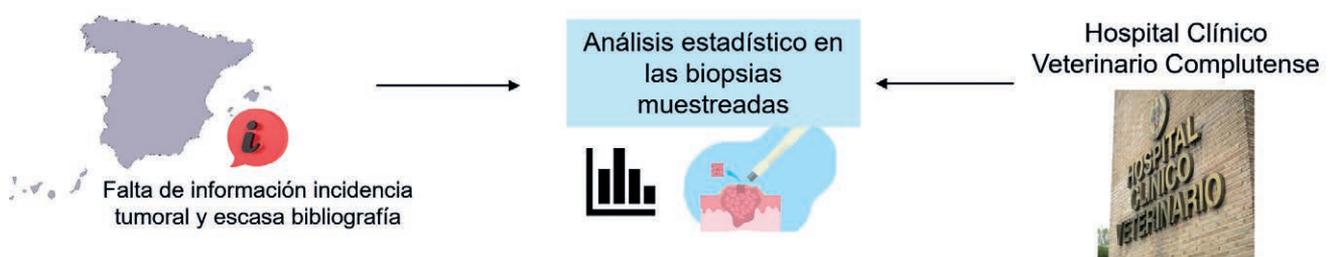


Figura 1 - Justificación y materiales y métodos del estudio.

especial en lo relativo a la estadificación y al seguimiento riguroso de los casos.

En medicina humana, la estadificación de neoplasias no se concibe sin una evaluación sistemática de los ganglios linfáticos regionales, dado que su afectación posee un valor adicional que condiciona el pronóstico y las decisiones terapéuticas. En medicina veterinaria, sin embargo, este paso fundamental aún no forma parte de la práctica clínica habitual. El presente trabajo resume los resultados de un estudio retrospectivo llevado a cabo durante diez años en el **Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC)**, centrado en el análisis histopatológico de neoplasias en perros y gatos. El objetivo fue identificar patrones de presentación, prevalencia por especie y localización, así como evaluar el grado de implementación de herramientas diagnósticas como la remisión de ganglios linfáticos para su análisis.

¿Cómo se hizo el estudio?

Se incluyeron en el estudio todas las biopsias tumorales procesadas en el **Servicio de Anatomía Patológica** del HCVC entre enero de 2012 y diciembre de 2022. En total se diagnosticaron 1.595 casos que provenían tanto de pacientes del propio hospital como de clínicas veterinarias remitentes, sobre todo de la Comunidad de Madrid. Para cada caso se registraron variables clínicas y anatomopatológicas tales como especie, raza, edad, sexo, localización anatómica de la masa tumoral, tipo histológico, comportamiento biológico (benigno o maligno) y presencia o no de ganglio linfático remitido junto a la masa tumoral.

“ Los resultados ponen de manifiesto que la afectación ganglionar es frecuente cuando se evalúa, lo que invita a reflexionar sobre cuántos casos se podrían estar infradiagnosticados ”

Las muestras analizadas provenían de tejidos obtenidos mediante cirugía con intención curativa, incisiones diagnósticas, citoreducciones o intervenciones paliativas y fueron procesadas conforme a los protocolos habituales para el diagnóstico histopatológico. En los casos en los que se remitió ganglio linfático, se evaluó su arquitectura, la presencia de células neoplásicas y signos de afectación metastásica. Todos los datos fueron trasladados a una hoja de cálculo para su análisis descriptivo.

Este tipo de estudios, a pesar de su carácter retrospectivo y de las

limitaciones derivadas de la variabilidad en la remisión de muestras, resultan de gran utilidad para reflejar la práctica clínica real. Permiten identificar patrones, sugerir mejoras en el abordaje oncológico y visibilizar deficiencias en los protocolos asistenciales, sobre todo en lo que respecta a la estadificación.

En líneas generales

De los **1.595 casos analizados**, 1.453 (91,1%) correspondían a perros y los 142 (8,9%) restantes a muestras felinas. En cuanto al diagnóstico, 1.135 (71%) neopla-



Figura 2 - Variables analizadas en el estudio.

ANIMALES DE COMPAÑÍA

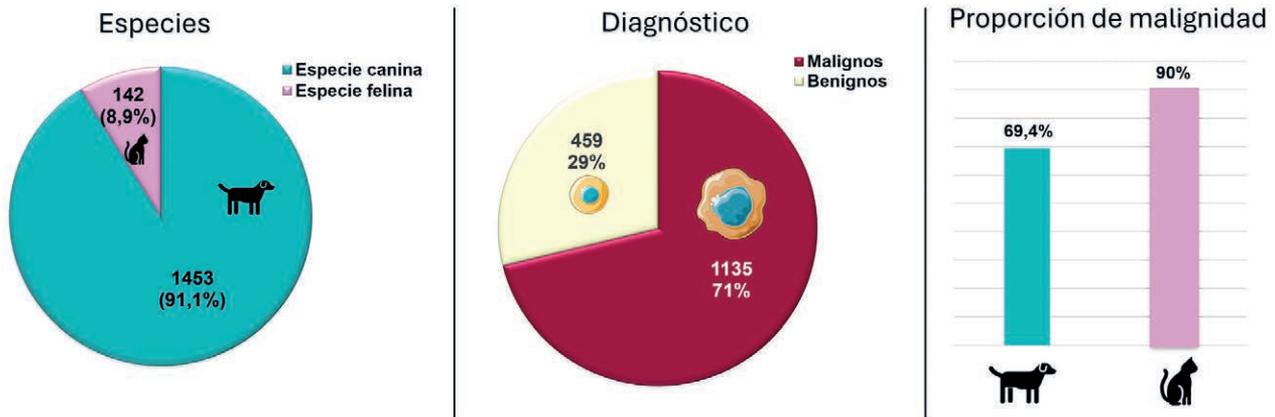


Figura 3 - Resultados generales en el estudio de análisis tumoral.

sias fueron malignas, mientras que las 459 (29%) restantes fueron neoplasias benignas. La proporción de neoplasias malignas fue del 90 % en gatos y del 69,4 % en perros. Estos hallazgos son concordantes con lo descrito en estudios anteriores^{1,2}.

En el caso de los perros ¿A qué conclusiones llegamos?

En la especie canina, los tumores mamarios fueron los más frecuentes y constituyeron el 25,6 %

del total de los casos. Les siguieron los tumores cutáneos y de sus anejos (19,5%), los del aparato reproductor (11,4%) y los del sistema digestivo (9,2%). También se registraron proporciones relevantes de tumores orales (6,3%) y perianales (5,4%).

La mayoría de los tumores caninos analizados fueron malignos (69,4%), aunque esta proporción varió en función de la localización anatómica. Por ejemplo, en los tumores cutáneos, cuya detección y escisión en fases tempranas es más factible, la proporción de tumores benignos fue mayor. Los tumores cutáneos malignos que con más frecuencia se diagnosti-

caron fueron los **mastocitomas** y los **sarcomas de tejidos blandos**. En contraste, los tumores mamarios presentaron **elevado porcentaje de malignidad y recidiva**, en particular en hembras no esterilizadas, como se ha descrito en estudios anteriores.

En cuanto a la distribución del diagnóstico de tumores por razas, se observó un predominio de animales mestizos (32%), seguidos por Cocker spaniel, Labrador retriever, Pastor alemán y Yorkshire terrier. Este patrón concuerda con otros estudios epidemiológicos europeos², y también refleja la distribución general de razas en la población urbana atendida.

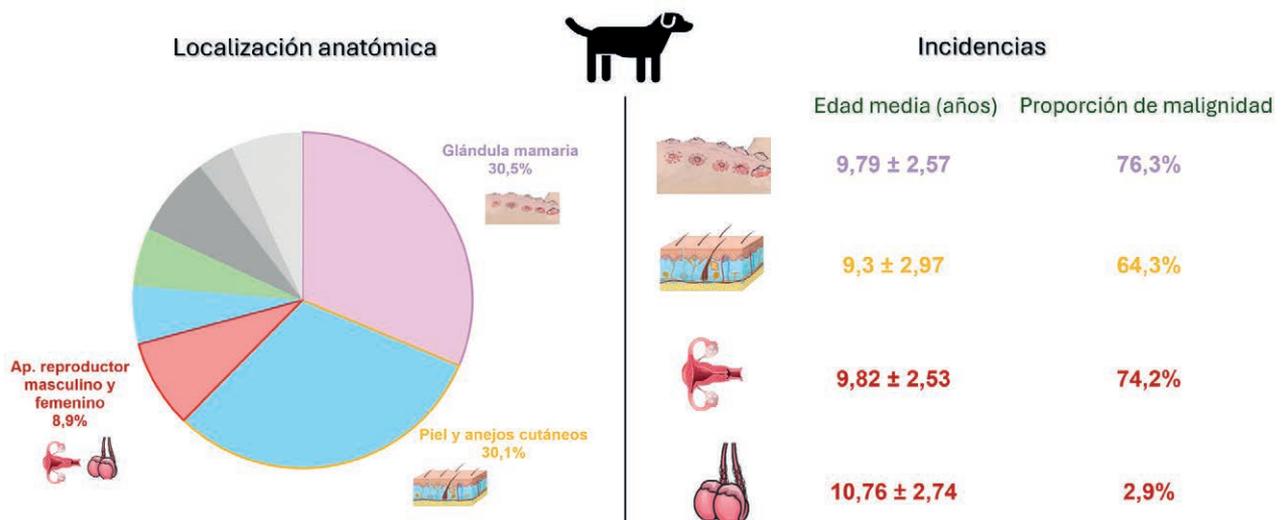


Figura 4 - Resultados del análisis tumoral en la especie canina.

La **edad media** de aparición de tumores en la especie canina fue en torno a los 9,5 años en la mayoría de las localizaciones estudiadas. El grupo más representado el de animales entre **9 y 12 años**. Este hallazgo es coherente con el hecho de que la edad es uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de procesos neoplásicos¹.

Estos resultados destacan la relevancia de los **chequeos geriátricos** y de la **exploración física sistemática** en animales de edad avanzada. La evaluación regular de **mamas, testículos, piel, abdomen, cavidad oral y región perianal** debería formar parte del protocolo rutinario, en especial en razas predispuestas o en animales no esterilizados mayores de siete años.

¿Y en el de los gatos?

De forma semejante a lo observado en la especie canina, en la especie felina la localización más frecuente de neoplasias fue la **mama** (26,8%), seguida de la **piel** (26,1%) y del **aparato digestivo** (20,4%). Esta distribución es coherente con estudios realiza-

“ En la especie canina, los tumores mamarios fueron los más frecuentes y constituyeron el 25,6 % del total de los casos. Les siguieron los tumores cutáneos y de sus anejos (19,5%), los del aparato reproductor (11,4%) y los del sistema digestivo (9,2%). También se registraron proporciones relevantes de tumores orales (6,3%) y perianales (5,4%) ”

dos en gatos europeos, y refleja tanto la frecuencia real de estos procesos como su accesibilidad diagnóstica². El diagnóstico más habitual en las neoplasias cutáneas fue el **carcinoma de células escamosas**, mientras que el tumor digestivo que con más frecuencia se diagnóstico fue el **linfoma**.

Sin embargo, cabe señalar que el **comportamiento biológico** de los tumores en la especie felina fue **más agresivo** que en la canina, con una proporción de neoplasias malignas del 90 %.

La mayoría de las neoplasias fueron diagnosticadas en gatos de raza **Común Europeo, Siamés y**

Persa, resultado concordante con estudios previos, ya que se han descrito predisposiciones genéticas en estas razas².

La **edad media** de aparición de tumores en la especie felina fue alrededor de los **11,5 años** de forma general. El grupo más representado fue el de animales entre 9 y 12 años.

El **elevado porcentaje de tumores malignos en gatos** subraya la necesidad de adoptar una **estrategia diagnóstica y terapéutica más agresiva**. La detección precoz, la escisión quirúrgica amplia y la evaluación ganglionar deben considerarse pasos fundamentales en estos pacientes.

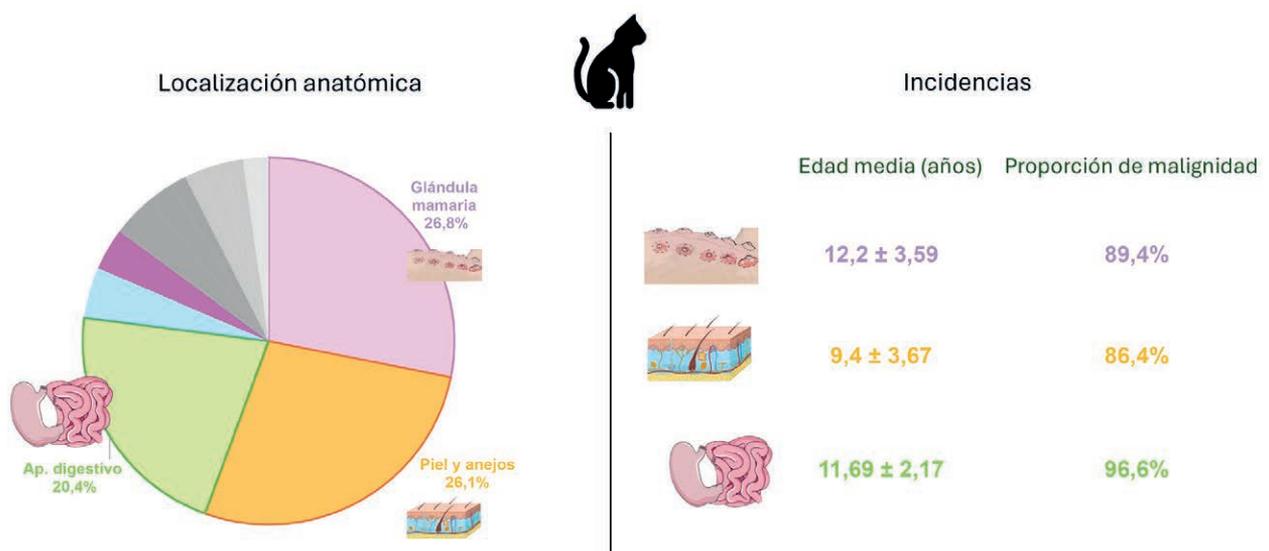


Figura 5 - Resultados del análisis tumoral en la especie felina.

El gran olvidado: el ganglio linfático

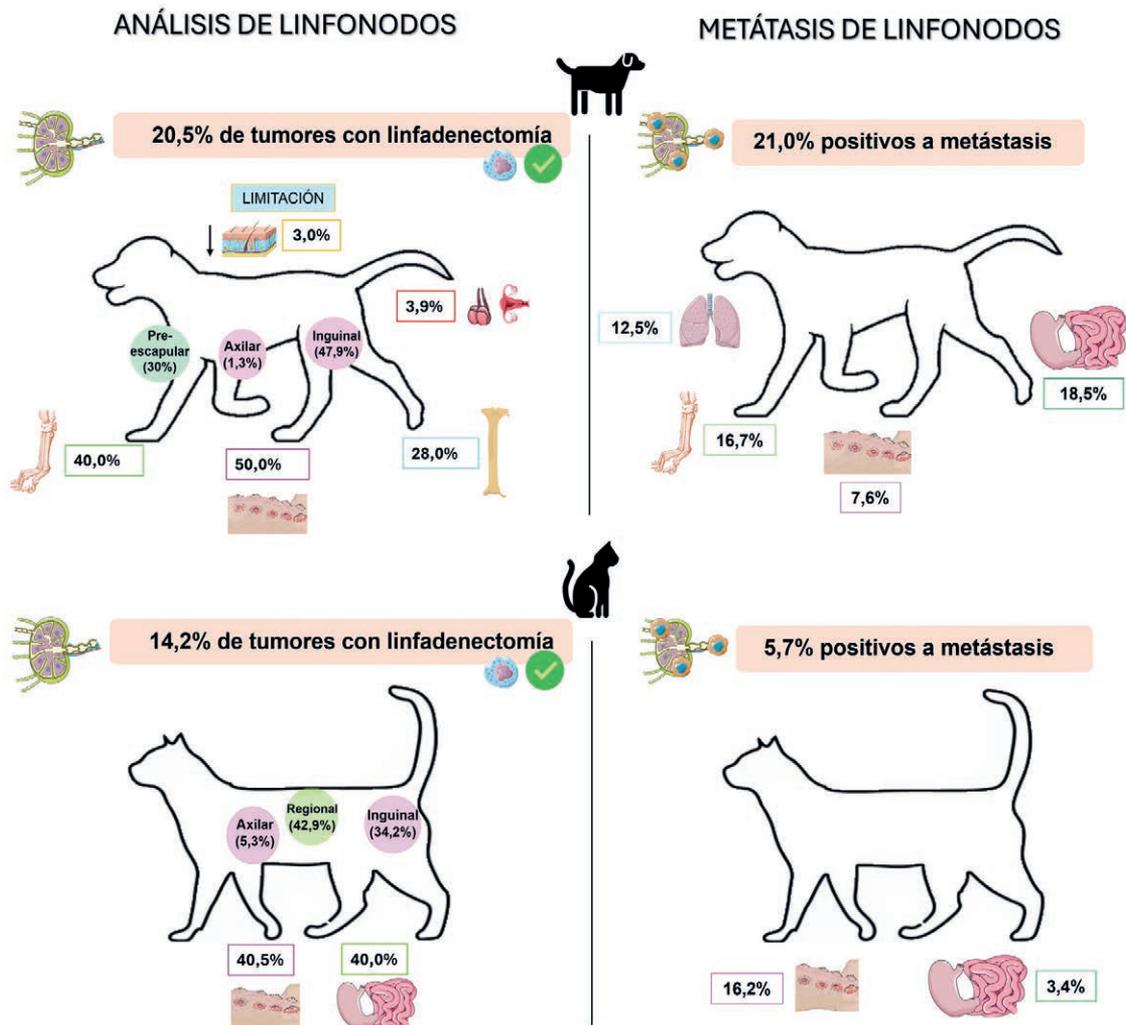
Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la **baja proporción de muestras que incluyeron ganglios linfáticos para su evaluación**. En la especie canina solo en el 20,5% de los casos se remitió tejido ganglionar asociado, y en la especie felina, cuya proporción de malignidad es en especial elevada, solo el 14,2% de las neoplasias remitidas iban acompañadas del ganglio linfático. Este dato es

especialmente preocupante si se considera la importancia de los ganglios en la estadificación tumoral y en la toma de decisiones terapéuticas.

En los casos de ambas especies en los que se remitieron ganglios linfáticos, la tasa de metástasis fue significativa: un 26,8% de los ganglios analizados en tumores mamarios estaban afectados, así como un 26,1% en tumores cutáneos y un 20,4% en tumores digestivos. Es decir, **uno de cada cuatro ganglios evaluados pre-**

sentaba infiltración neoplásica. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que, al no estudiar de forma rutinaria los ganglios, se podría estar subestimando la extensión real de la enfermedad en muchos pacientes.

En medicina humana, el estudio ganglionar se considera imprescindible en neoplasias como el cáncer de mama, melanoma cutáneo, tumores digestivos y de cabeza y cuello. En estos casos, la presencia o ausencia de metástasis ganglionares modifica



En la especie canina solo en el 20,5% de los casos se remitió tejido ganglionar asociado, y en la especie felina, cuya proporción de malignidad es en especial elevada, solo el 14,2% de las neoplasias remitidas iban acompañadas del ganglio linfático

Figura 6 - Resultados del análisis de linfonodos en el estudio.

de forma marcada el pronóstico y el plan terapéutico⁴. En medicina veterinaria, sin embargo, **la remisión de ganglios continúa siendo una decisión condicionada por el criterio del cirujano, la accesibilidad del ganglio o la sospecha clínica**, factores todos ellos subjetivos.

Además, es frecuente que se remitan ganglios linfáticos incorrectos —elegidos por proximidad anatómica, pero sin correspondencia funcional real—, ya que el ganglio regional más cercano no siempre coincide con el ganglio centinela, que es el primero en recibir el drenaje linfático del tumor. La falta de sistematización en la estadificación puede conducir a errores que repercuten de forma directa en el pronóstico, en la indicación de tratamiento adyuvante e incluso en la decisión de intervenir quirúrgicamente.

Discusión: una oportunidad de mejora

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo señalado por otros autores: **la estadificación ganglionar en oncología veterinaria sigue siendo una asignatura pendiente**⁵. Pese a que el diagnóstico histopatológico del tumor primario suele seguir protocolos establecidos, la valoración ganglionar no se ha integrado de forma sistemática en la práctica clínica.

La técnica del **ganglio centinela**, de uso establecido en oncología humana, ha comenzado a evaluarse en medicina veterinaria, con resultados preliminares prometedores. Esta técnica permite identificar el primer ganglio que drena el área tumoral mediante el uso de colorantes, radioisótopos o técnicas de imagen como la

“ La aplicación protocolizada de técnicas como la biopsia del ganglio centinela, la linfografía prequirúrgica o el mapeo con contraste podrían incorporarse de forma progresiva en centros con mayor capacidad diagnóstica, con vistas a su generalización futura ”

linfografía o la tomografía computarizada⁶. Aunque requiere una curva de aprendizaje y el acceso a recursos específicos, su implementación podría transformar el abordaje quirúrgico y mejorar la precisión diagnóstica.

También se identificaron diferencias significativas entre los casos procedentes del propio hospital y aquellos remitidos por clínicas externas. En el HCVC, la proporción de tumores acompañados de ganglio linfático fue considerablemente mayor, lo que sugiere una mejor protocolización, mayor experiencia del equipo o acceso a técnicas complementarias. Este hallazgo pone de manifiesto la necesidad de establecer un abor-

daje quirúrgico y anatomopatológico entre centros, así como de reforzar la formación clínica en estadificación oncológica.

En resumen, la evaluación de los ganglios linfáticos debe formar parte del abordaje diagnóstico en oncología clínica. Su omisión limita la información pronóstica disponible y puede influir negativamente en la planificación terapéutica.

Perspectivas futuras: hacia una oncología más precisa y colaborativa

La **oncología veterinaria** se encuentra en una etapa de **expansión** y consolidación. Cada vez más centros integran protocolos de detección precoz, técnicas quirúrgicas avanzadas y acceso a tratamientos como la quimioterapia o la inmunoterapia. No obstante, para que este desarrollo se traduzca en una mejora tangible de la calidad de vida y supervivencia de los pacientes, resulta indispensable otorgar **mayor protagonismo a la estadificación** y al seguimiento clínico.

La aplicación protocolizada de técnicas como la **biopsia del ganglio centinela**, la linfografía prequirúrgica o el mapeo con contraste podrían incorporarse de forma progresiva en centros

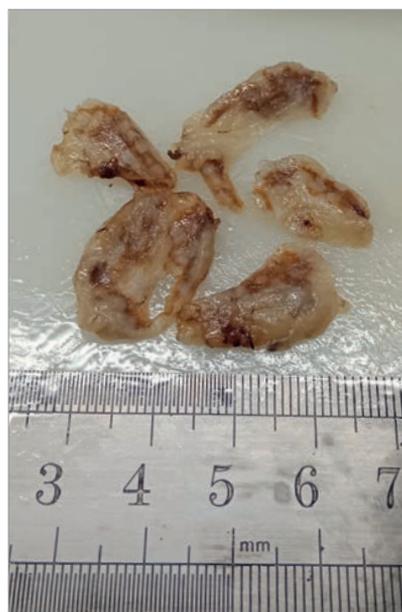


Figura 7 - Secciones para estudio histológico de linfonodo.

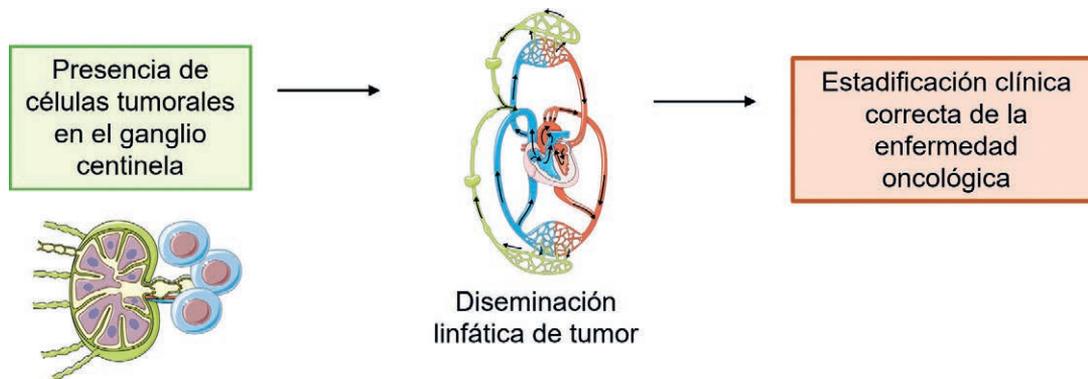


Figura 8 - Procedimiento para la correcta estadificación clínica.

con mayor capacidad diagnóstica, con vistas a su generalización futura. Asimismo, la investigación en biomarcadores pronósticos y el desarrollo de **modelos predictivos de diseminación tumoral** —incluidos los basados en inteligencia artificial— abren nuevas posibilidades para una medicina veterinaria personalizada.

Por otra parte, **estudios multicéntricos** como el aquí presentado permiten generar información epidemiológica valiosa para toda la profesión. La creación de registros clínico-patológicos regionales o nacionales, que incluyan tanto hospitales como clínicas de primera opinión, constituiría un avance clave para identificar factores de riesgo, establecer protocolos consensuados y fomentar una medicina veterinaria basada en la evidencia.

“ La formación continua del veterinario clínico general en oncología básica debe mantenerse como una prioridad, con especial atención a la estadificación, los criterios de malignidad, el estudio ganglionar y las indicaciones quirúrgicas ”

También resulta esencial **fortalecer la comunicación entre los equipos clínicos y los servicios de anatomía patológica**. La remisión de muestras acompañadas de información clínica relevante, imágenes o esquemas quirúrgicos mejora la interpretación histológica y permite emitir un juicio diagnóstico y pronóstico más preciso. La inversión de tiempo en este proceso puede tener un impacto importante en el manejo clínico posterior del caso.

Por último, la **formación continua** del veterinario clínico general en oncología básica debe mantenerse como una prioridad, con especial atención a la estadificación, los criterios de malignidad, el estudio ganglionar y las indicaciones quirúrgicas. La formación de postgrado, los congresos y la colaboración con centros de referencia permiten reducir desigualdades asistenciales y elevar la calidad del ejercicio profesional.

Referencias

1. Withrow, S. J., Vail, D. M., & Page, R. L. (2013). *Withrow and MacEwen's small animal clinical oncology* (5th ed.). Saunders Elsevier.
2. Pinello, K., Amorim, I., Pires, I., Canadas-Sousa, A., Catarino, J., Faísca, P., Branco, S., Peleteiro, M. C., Silva, D., Severo, M., & Niza-Ribeiro, J. (2022). Vet-OncoNet: Malignancy Analysis of Neoplasms in Dogs and Cats. *Veterinary Sciences*, 9(10), 535. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100535>
3. Bravo, D., Cruz-Casallas, P., & Ochoa, J. (2010). Prevalencia de neoplasias en caninos en la universidad de los Llanos, durante 2004 a 2007. *Revista MVZ Córdoba*, 15(1), 1925-1937.
4. Lurie, R. H., Puri, D. R., & Hellman, S. (2008). The role of lymph nodes in cancer: Historical perspective and current implications. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 58(6), 329-340. <https://doi.org/10.3322/CA.2008.0007>
5. Marconato, L., Sabattini, S., & Bettini, G. (2020). The clinical relevance of sentinel lymph node mapping in veterinary oncology: A review. *Veterinary and Comparative Oncology*, 18(4), 573-584. <https://doi.org/10.1111/vco.12571>
6. Beer, P., Pozzi, A., Rohrer Bley, C., Bacon, N., Pfammatter, N. S., & Venzin, C. (2018). The role of sentinel lymph node mapping in small animal veterinary medicine: A comparison with current approaches in human medicine. *Veterinary and comparative oncology*, 16(2), 178-187. <https://doi.org/10.1111/vco.12372>

10ª EDICIÓN

CIR

CURSO ONLINE DE INTERPRETACIÓN RADIOLÓGICA en pequeños animales

Precio especial para veterinarios colegiados en Madrid

700€
~~1.200€~~

INSCRÍBETE



www.colvema.org/formacion/detalle/2533



PARTICIPA EN NUESTRO SORTEO

Mejora tu formación en radiografía como herramienta diagnóstica

FORMACIÓN ACREDITADA por AVEPA

AVEPA proporciona 20 créditos como formación postgraduada adquirida en el proceso de acreditación de AVEPA en la especialidad de diagnóstico por imagen.



100% online

(Inicio octubre 2025)



+3.000 imágenes



120 casos prácticos



150 horas (50 teóricas)

Formación acreditada por la Comisión de Formación Continuada de las Profesiones Sanitarias de la Comunidad de Madrid

13,8 puntos



INCLUIDO EN EL CURSO CIR
Atlas de Interpretación Radiológica en Pequeños Animales (2ª EDICIÓN)

TAMBIÉN TE PUEDE INTERESAR

TIR

TALLERES DE INTERPRETACIÓN RADIOLÓGICA en pequeños animales

INSCRÍBETE



Impartidos por el equipo del CIR dirigido por la doctora M^a Isabel García Real

www.colvema.org/formacion/detalle/2534

AVEPA proporciona 4,5 créditos como formación postgraduada adquirida en el proceso de acreditación de AVEPA en la especialidad de diagnóstico por imagen.

FORMACIÓN ACREDITADA

Información y contacto

formaciononline@colvema.org

91 411 20 33 (Ext.:2212)



COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE MADRID

colvema.org

42 | CONGRESO VETMADRID 2025 AMVAC

Medicina y Cirugía del Aparato Locomotor y Sistema Nervioso



Bioseguridad en centros veterinarios de pequeños animales y animales exóticos de compañía (Parte I)

MIRIAM PORTERO FUENTES DVM, PHD

Hospital Clínico Veterinario Complutense. Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad Veterinaria Universidad Complutense de Madrid. Avenida Puerta de Hierro s/n. 28040. Madrid

ESTEFANÍA DE LAS HERAS BERGA, DVM

Clínica veterinaria Alcalá. C/ Escritorios 3 (Posterior). Alcalá de Henares (MADRID)

MARÍA ISABEL CLEMENTE MAYORAL, PHD

Servicio de Medicina y Cirugía Experimental, Hospital General Universitario Gregorio Marañón Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IiSGM), Madrid, España.

En la sociedad actual la tenencia de animales de compañía es cada vez es más habitual. Se estima que el 43% de los hogares españoles alberga al menos una mascota. De este porcentaje, el 36% corresponde a perros o gatos, mientras que el resto se distribuye entre otras especies, destacando la presencia de mamíferos exóticos de compañía, aves, así como reptiles y anfibios. Sin embargo, es importante señalar que estas estadísticas podrían ofrecer una visión incompleta de la interacción humano-animal ya que, tal como evidencia un estudio, el 37% de los hogares que no poseen mascota registra la presencia de al menos un miembro con contacto habitual con animales.

Los efectos beneficiosos, tanto a nivel mental como físico, derivados del contacto con animales de compañía, han sido ampliamente documentados en la literatura científica, incluyendo la reducción del estrés, la ansiedad, la soledad y la depresión. Estos beneficios se manifiestan en diversos sec-

tores de la población, tales como niños, ancianos y personas inmunodeprimidas. No obstante, es imprescindible considerar que los animales de compañía también representan una fuente potencial de agentes infecciosos transmisibles tanto a otros animales como a las personas (zoonosis). Si bien inicialmente podría considerarse que la exposición a agentes biológicos se limita a los profesionales que ejercen su actividad en centros veterinarios y a los tutores de las mascotas, es fundamental tener en cuenta que este riesgo se extiende igualmente a todos los animales que visitan estos centros y al público en general, especialmente en el caso de las enfermedades zoonóticas. Bajo esta perspectiva, la figura del veterinario adquiere una importancia vital como profesional sanitario ya que su papel no se restringe únicamente a la salud animal, sino que debe de actuar como centinela y primera línea de defensa contra las enfermedades infecciosas. Estas competencias hacen que

la participación del profesional veterinario sea determinante en el marco del del concepto "One Health" (Una Sola Salud) ya que tiene un rol clave en la protección de la salud pública.

Las recomendaciones que se detallan en este artículo describen un conjunto completo de acciones posibles para mejorar el control del riesgo biológico en la práctica clínica veterinaria. Entendemos que no todos los centros podrán aplicarlas en su totalidad, por lo que cada profesional deberá evaluar cuidadosamente la viabilidad de cada una en su contexto específico, priorizando aquellas con mayor impacto sobre la bioseguridad.

La complejidad inherente a esta cuestión, unida a la abundancia de información y la diversidad de enfoques posibles para abordarla, haría que un único artículo resultara excesivamente extenso y, por tanto, complejo de seguir para el lector. Conscientes de esto, las autoras hemos decidido dividir la

publicación en dos revistas consecutivas, buscando así facilitar la comprensión y el análisis detallado de cada uno de los aspectos relevantes. Desde el punto de vista didáctico, lo ideal sería abordar los riesgos biológicos en los centros veterinarios y el concepto de bioseguridad en un primer artículo, para luego dedicar un segundo texto exclusivamente a las medidas de bioseguridad propuestas para romper el ciclo de transmisión y su implementación. Sin embargo, debido a la considerable extensión de esta segunda parte, hemos optado por desarrollar la fase de eliminación dentro del primer artículo. Por tanto, el desarrollo de la publicación seguirá es siguiente esquema:

- PARTE I:
 - Riesgos en clínicas veterinarias: riesgo biológico
 - Clasificación de los agentes biológicos
 - Enfermedades infecciosas en animales: clasificación
 - Cadena de transmisión del agente biológico
 - Concepto de bioseguridad
 - Jerarquía de los controles de bioseguridad
 - Manejo del paciente en el centro veterinario para romper el ciclo de transmisión (I)
- ✓ Eliminación
- PARTE II:
 - Manejo del paciente en el centro veterinario para romper el ciclo de transmisión (II)
- ✓ Controles de ingeniería
- ✓ Controles administrativos
- ✓ Uso de equipos de protección individual

Riesgos en clínicas veterinarias: riesgo biológico

En las clínicas veterinarias confluyen varios riesgos higiénicos relacionados con la exposición a agen-

tes físicos, químicos y biológicos. En este entorno, el riesgo biológico se define como la probabilidad de exposición a agentes biológicos que puedan causar efectos adversos para la salud de las personas (trabajadores y clientes) y de los propios animales. Esta es una de las principales amenazas en este tipo de centros ya que surge de la propia naturaleza de la actividad veterinaria y está asociado al contacto directo con los animales y con sus fluidos biológicos que pueden ser portadores de diversos microorganismos y parásitos.

Clasificación de los agentes biológicos

Según el RD664/1997, los agentes biológicos se definen como microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la legislación nacional clasifican a los agentes biológicos en diferentes grupos en base al riesgo intrínseco del agente biológico para el ser humano, especialmente en el

contexto de las actividades de laboratorio:

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

El objetivo de esta clasificación es guiar la implementación de **medidas de bioseguridad y contención** adecuadas para proteger a los trabajadores, la comunidad

GRUPO DE RIESGO	RIESGO INFECCIOSO	RIESGO DE PROPAGACIÓN A LA COLECTIVIDAD	PROFILAXIAS O TRATAMIENTO EFICAZ
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco probable	Posible generalmente
3	Puede provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

Tabla 1 – Criterios para la clasificación de los agentes biológicos en función del riesgo de infección (RD664/1997).

y el medio ambiente. En la Tabla 1 se muestran los criterios para la clasificación de los agentes biológicos en función del riesgo de infección (RD664/1997).

La **Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA)**, antes conocida como OIE, no clasifica los agentes biológicos en "grupos de riesgo" como lo hace la OMS para patógenos que afectan a humanos. En su lugar, la OMSA se enfoca en categorizar las **enfermedades animales** (incluyendo algunas zoonosis) según su relevancia para la sanidad animal, el comercio global y la salud pública, priorizando su notificación, vigilancia y control.

Enfermedades infecciosas en animales: clasificación

El número exacto de patógenos que pueden propagarse por contacto directo o indirecto con animales de compañía cambia constantemente a medida que evolucionan las pruebas diagnósticas disponibles y la investigación en la dinámica de transmisión. Sin embargo, hay evidencias de que, como mínimo, 70 patógenos humanos pueden estar, al menos en parte, asociados a los animales de compañía. La grave-

dad de las enfermedades transmitidas por animales de compañía puede variar significativamente, desde síntomas leves a la muerte de otro animal o de las personas que hayan entrado en contacto con el agente biológico causante de la enfermedad..

Un número significativo de enfermedades de origen animal revisten carácter zoonótico, lo que implica un riesgo potencial para el personal veterinario, otros trabajadores de centros veterinarios y alojamientos de mascotas. Dicho riesgo se extiende a las familias con animales domésticos y a individuos que, sin ser tutores, interactúan con ellos.

CLASIFICACIÓN	EJEMPLOS
<p>CLASE 1 Pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedades infecciosas sin riesgo de transmisión a otros animales ni a humanos y sin riesgo para la salud humana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coccidiosis • Demodicosis
<p>CLASE 2 Pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedades infecciosas con bajo riesgo de transmisión, en los que generalmente se dispone de métodos profilácticos o tratamientos eficaces.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ehrlichiosis* • Leishmaniosis* • Infecciones bacterianas por patógenos no multirresistentes
<p>CLASE 3 Pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedades infecciosas con riesgo moderado de contagio a otros animales o pacientes con enfermedad zoonótica con riesgo para la salud humana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adenovirus canino tipo 2 • Aspergilosis • Complejo respiratorio canino: Virus Parainfluenza, Herpesvirus, Bordetella* • Complejo respiratorio felino: Herpesvirus, Calicivirus, Chlamydia, Bordetella* • Coronavirius canino • Moquillo canino • Peritonitis infecciosa felina • Infecciones por bacterias multirresistentes • Psitacosis* • <i>Salmonella spp.*</i> • Dermatofitosis: <i>Tricophyton metagrophytes</i>, <i>Mycrosporium canis*</i> • Ácaros productores de sarna*: <i>Sarcoptes scabiei</i>, <i>Notoedres cati</i>, <i>Cheyletiella spp.</i> • Infestación por pulgas o garrapatas* • Parásitos intestinales: <i>Cystoisospora spp</i>, <i>Cryptosporidium*</i>, <i>Giardia duodenalis*</i>, <i>Entamoeba sp</i>, <i>Echinococcus spp*</i>, <i>Toxocara sp</i>, <i>Ancylostoma sp Fam. Taeniidae*</i>, <i>Strongyloides</i>
<p>CLASE 4 Pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedades infecciosas con riesgo elevado de contagio a otros animales o pacientes con enfermedades zoonóticas (muchas de ellas de declaración obligatoria)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad vírica hemorrágica en conejos • <i>Brucella canis*</i> • Panleucopenia felina • Parvovirus canino • Toxoplasmosis* • Tuberculosis* • Virus de la Rabia*

Tabla 2 – Clasificación de las enfermedades infecciosas y zoonóticas más frecuentes en perros, gatos, pequeños mamíferos y aves domésticas en función de la categoría de riesgo (*zoonosis)

Gracias a las investigaciones sobre brotes de salud pública, los informes de casos de patógenos zoonóticos de notificación obligatoria y los datos sobre el transporte de patógenos, se han identificado varias especies de animales de compañía que presentan una mayor prevalencia de enfermedades asociadas. Los niños son uno de los grupos con mayor riesgo de contagio con altas tasas de hospitalización que ocasionalmente pueden derivar en el fallecimiento del paciente. Otros grupos en los que se deben extremar las precauciones son personas inmunocomprometidas, embarazadas y geriátricos.

Los perros y gatos jóvenes (<6 meses de edad) son más propensos a excretar patógenos zoonóticos en comparación con los ejemplares de mayor edad. En particular, los estudios han documentado un

mayor riesgo de enfermedad humana por *Campylobacter* y *Bartonella henselae* por el contacto con cachorros caninos y felinos. .

La Tabla 2 se muestra una clasificación de las enfermedades infecciosas y zoonóticas más frecuentes en perros, gatos, pequeños mamíferos y aves domésticas en función de la categoría de riesgo..

Cadena de Transmisión del agente biológico

La estrategia para el control y la prevención de infecciones asociadas a animales se fundamenta en la interrupción de la diseminación del agente biológico entre hospedadores o en el ambiente. Para conseguir este objetivo es

fundamental conocer la cadena de transmisión o de infección de cada agente patógeno. Esta cadena describe la interrelación entre el hospedador sano/susceptible que enferma, el agente infeccioso que lo contagia, la vía de entrada o contagio, el modo de transmisión a otros animales o personas, el posible reservorio y la vía de salida del agente. En la Figura 1 se representa mediante un diagrama la cadena de transmisión del agente biológico con los aspectos más relevantes de la misma.

Las principales vías de transmisión de microorganismos son cinco: contacto directo, aerosoles (transmisión aérea), vía oral (ingestión), fómites, y vectores biológicos. Es importante señalar que algunos patógenos pueden emplear múltiples rutas de transmisión.

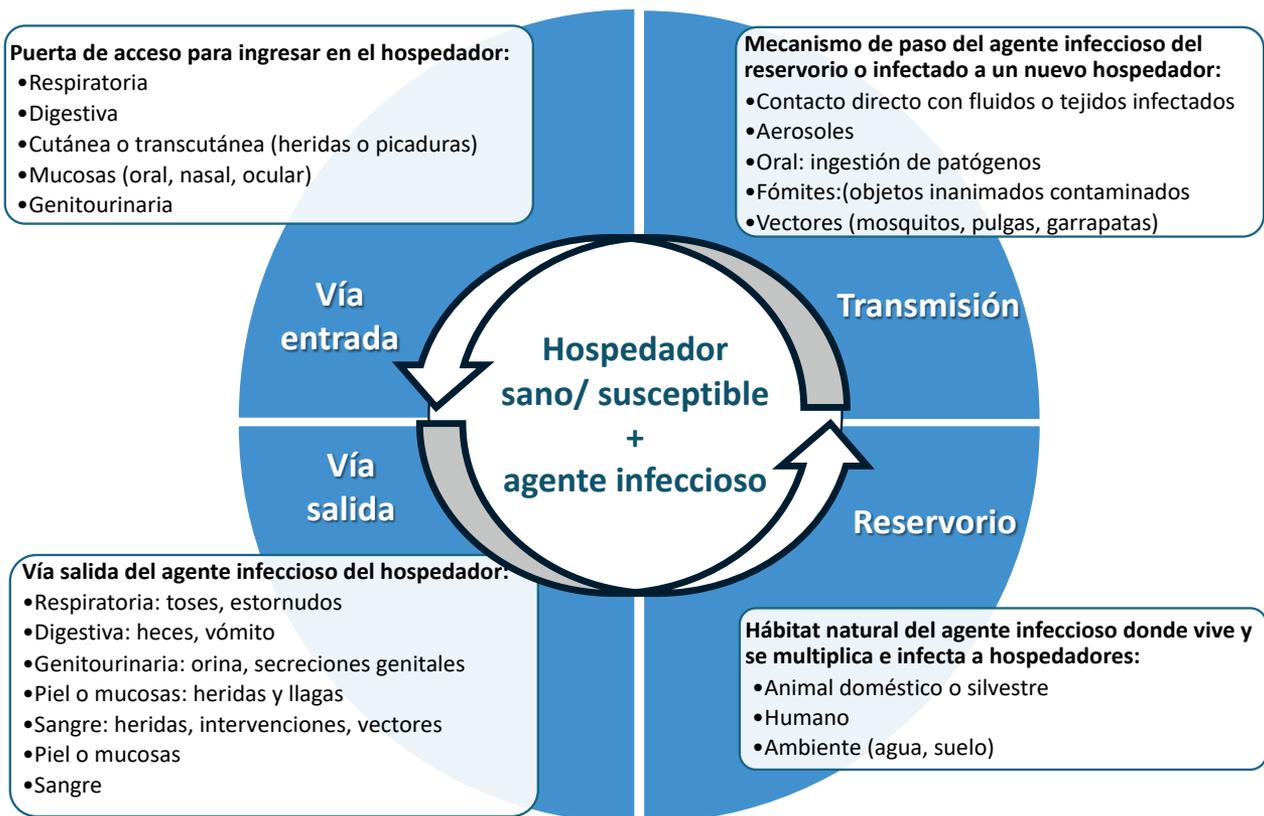


Figura 1. Diagrama de la cadena de transmisión del agente biológico.

Transmisión por Contacto Directo

Ocurre mediante el contacto físico con fluidos o tejidos de individuos infectados. La entrada del patógeno puede ser a través de mucosas (ojos, boca), heridas abiertas o piel lesionada. También puede producirse por inoculación directa mediante mordeduras o arañazos. Ejemplos: virus de la ra-



Figura 2. Transmisión por contacto directo por arañazo de gato en un trabajador de un centro veterinario.

bia, *Mycrosporium canis*, *Leptospira spp.* Esta vía representa uno de los mayores riesgos para pacientes, tutores y personal veterinario (Figura 2).

Transmisión por Aerosoles (Vía Aérea)

Implica partículas muy pequeñas o núcleos de gotículas que pueden ser inhaladas o depositarse en mucosas y superficies. Estas partículas son generadas por la respiración, tos, estornudos, vocalización o procedimientos médicos como broncoscopia o anestesia inhalatoria. Aunque algunas partículas pueden permanecer suspendidas y ser transportadas por corrientes de aire, la mayoría de los patógenos en medicina veterinaria de animales de compañía requieren proximidad para transmitirse como en el caso de *Bordetella bronchiseptica*, la influenza canina o el virus del moquillo canino.

Transmisión Oral (Ingestión)

La ingestión de patógenos puede producirse a través de alimentos o agua contaminados, o al lamer/ingerir objetos o superficies infectadas con exudados, heces, orina o saliva. Dentro de las enferme-

dades asociadas a este tipo de transmisión destacan el virus de la panleucopenia felina, infecciones por *Salmonella spp* o por *Leptospira spp.*

Transmisión por Fómites

Involucra objetos inanimados contaminados que, al entrar en contacto con huéspedes susceptibles, pueden facilitar la infección. Fómites comunes incluyen mesas de examen, jaulas, instrumental médico, ropa, superficies ambientales, dispositivos móviles y ordenadores. Dentro de las enfermedades con alta incidencia de transmisión por fómites destaca el parvovirus canino (Figura 3) y el calicivirus felino.

Transmisión por Vectores

Implica organismos vivos que transfieren patógenos a otros animales o ambientes, como insectos (mosquitos, pulgas, garrapatas) y roedores. Es relevante en zonas donde estos vectores están presentes durante todo el año. Ejemplos característicos son la dirofilariosis (enfermedad del gusano del corazón), leishmaniosis y la ehrlichiosis (Figura 4).



Figura 3. Paciente con diarrea hemorrágica con sospecha de parvovirus.



Figura 4. Paciente con infestación por garrapatas y ehrlichiosis canina.

Concepto de bioseguridad

El conocimiento de las vías de transmisión de las enfermedades infecciosas que afectan a animales resulta fundamental para la implementación de medidas de control eficaces no solo para patologías específicas, sino también para otros patógenos que comparten mecanismos similares, incluyendo enfermedades infecciosas emergentes. Este conocimiento es la base de la **bioseguridad** definida como el conjunto de medidas preventivas que se implementan para reducir el riesgo biológico, evitando así la introducción y propagación de los agentes infecciosos. A su vez, dentro de esta definición están incluidos otros dos conceptos: **bioexclusión** y **biocontención**.

La **bioexclusión** es un componente clave dentro del programa de bioseguridad de una clínica veterinaria. Hace referencia a todas aquellas medidas destinadas a prevenir la introducción de enfermedades en el ambiente/área de la clínica a través de animales, personas, equipos o materiales contaminados. El objetivo principal de la **bioexclusión** es limitar la entrada de agentes biológicos, reduciendo así las posibilidades de contagio. Esto se consigue mediante la implementación tanto de barreras físicas como de actividades y prácticas preventivas. Un ejemplo de bioexclusión en centros veterinarios es evitar que aquellos animales con síntomas compatibles con enfermedades infecciosas accedan a zonas comunes, como la sala de espera del centro veterinario, evitando así el contacto con otros pacientes. La **biocontención** es otro de los pilares básicos de la bioseguridad; se centra en prevenir la diseminación de los agentes biológicos tanto entre los animales como entre el personal y el entorno de la clínica.

“ Una vez diagnosticada e identificada la enfermedad infecto-contagiosa, es imprescindible explicar detalladamente al tutor la trascendencia del cumplimiento riguroso de las medidas de bioseguridad en el centro si el paciente debe permanecer ingresado, así como en el domicilio si no requiere hospitalización ”

Un ejemplo de biocontención es dirigir al pacientes con sospecha de enfermedad infecciosa a una sala de aislamiento para así separar físicamente al animal del resto de la actividad de la clínica.

Jerarquía de los controles de bioseguridad

En las clínicas veterinarias, la **jerarquía de controles de bioseguridad** se debe organizar en niveles que van desde la prevención inicial hasta la contención y el aislamiento, en función del riesgo de transmisión de enfermedades. En la Figura 5 se muestra una pirámide invertida que representa la

jerarquía de los procedimientos de control del riesgo biológico, en base a su efectividad. Generalmente, los niveles superiores suelen ser más eficaces para reducir la exposición a agentes biológicos que los niveles inferiores; sin embargo, en muchas ocasiones, se necesita una combinación de las medidas de control para reducir eficazmente el riesgo de exposición a los agentes biológicos.

En la Tabla 3 se resumen las medidas de control aplicables a los procesos de control del riesgo biológico. En esta entrega, Parte I, se desarrollará el concepto “Eliminación” mientras que, en la siguiente entrega del artículo, Parte II, se detallarán los controles de ingeniería, los controles adminis-

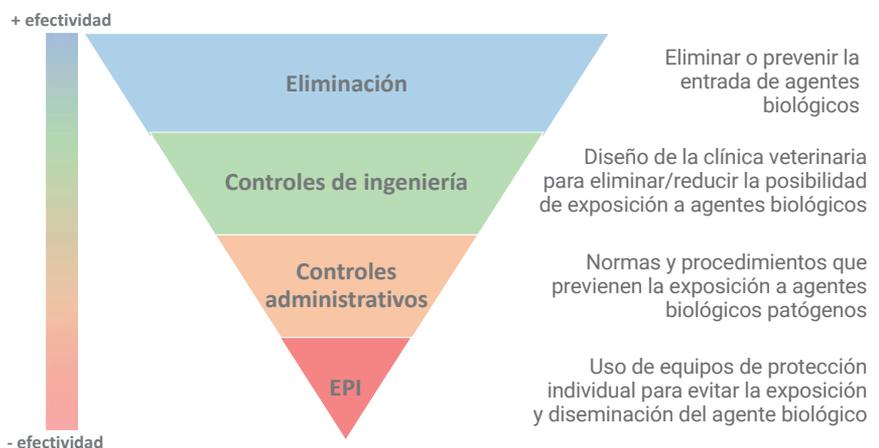


Figura 5. Pirámide invertida con los diferentes niveles de la jerarquía de métodos de control utilizados para determinar la eficacia de los procedimientos de control de infecciones. Adaptado de la Jerarquía de Controles de los CDC y NIOSH, disponible en: https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/about/index.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fniosh%2Ftopics%2Fhierarchy%2Fdefault.htm

BIOSEGURIDAD

PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DEL RIESGO BIOLÓGICO	MEDIDAS APLICABLES
Eliminación	Identificación temprana de los animales con enfermedades infecciosas: se deben tomar medidas para evitar su entrada a la clínica o para minimizar el contacto con otros animales, los visitantes y el personal de la clínica.
	Reducción de la exposición: Minimizar el tiempo que los animales con sospecha de enfermedad infecciosa pasan en la clínica. Se utilizarán áreas de aislamiento y se mantendrá una buena ventilación y limpieza de la sala de espera.
Controles de ingeniería	Aislamiento de áreas y separación de espacios.
	Ubicación de equipamiento específico, lavamanos y residuos dentro de las zonas de aislamiento.
	Ventilación adecuada: Instalación de un sistema de ventilación eficiente que filtre el aire y evite la circulación de agentes biológicos
	Uso de materiales no porosos en superficies de trabajo suelos y paredes.
	Uso de equipos específicos: Implementar equipos que ayuden a reducir el riesgo de exposición, como autoclaves para desinfección de material quirúrgico o sistemas de aspiración para evitar la inhalación de aerosoles
Controles Administrativos	Restringir el acceso a las zonas de aislamiento: Se restringirá el acceso de visitas a las zonas de aislamiento y se restringirá el contacto del personal de la clínica con pacientes que tienen o sobre los que se sospecha de enfermedades infecciosas.
	Procedimiento de manejo de pacientes potencialmente infecciosos: Establecer protocolos para el manejo de pacientes con enfermedades infecciosas, incluyendo la gestión de citas e historias clínicas, la identificación temprana y el aislamiento de los casos.
	Implementar protocolos de bioseguridad: Esto incluye identificación temprana de los casos, procedimientos de limpieza y desinfección de áreas, uso de equipos de protección individual (EPI), manejo adecuado de residuos y formación del personal.
Equipos de Protección Individual (EPI)	Se debe elegir el EPI adecuado para cada procedimiento y riesgo específico. En el proceso de selección se tendrá en cuenta la vía de transmisión del AB y el nivel de exposición.
	Supervisión del uso de EPI: Comprobar que el personal usa correctamente los EPI y evaluar periódicamente el estado y la eficacia de éstos.

Tabla 3 – Medidas de control aplicables a los procesos de control del riesgo biológico.

trativos y el uso de quipos de protección individual (EPI).

Manejo del paciente en el centro veterinario para romper el ciclo de transmisión I

El manejo adecuado de los pacientes en los centros veterinarios es esencial para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas. El objetivo principal es romper el ciclo de transmisión. A continuación, se desarrolla de manera más detallada la “eliminación”, primer procedimiento de control del riesgo biológico.

Eliminación

En una clínica veterinaria las medidas aplicables al proceso de control eliminación se activan en el momento en que el profesional veterinario es conocedor de que un animal infectado o con sospecha de estarlo, pide cita telefónica o acude a la clínica. A partir de este momento se deben implementar una secuencia de acciones y decisiones orientadas a la identificación precisa y temprana del agente infeccioso y a la aplicación de medidas de contención para reducir su transmisión tanto entre la población animal como hacia las personas (enfermedades zoonóticas).

Es importante considerar que muchos agentes infecciosos poseen

la capacidad de sobrevivir durante largos periodos de tiempo en el aire, sobre diversas superficies y en la materia orgánica. Esto implica que la sala de espera de una clínica veterinaria puede actuar como reservorio si no se toman medidas inmediatas para evitar la diseminación del agente biológico. Una de las medidas clave es evitar que los animales sospechosos de enfermedad infecciosa permanezcan en la sala de espera junto con otros animales sanos. Para ello se pondrán en marcha las siguientes acciones:

1. *Identificación de casos potencialmente infecciosos mediante cita previa y cribado telefónico.* Aunque difícil de implementar, la situación óptima en la gestión de pacientes con sospecha de enfermedad in-

fecciosa consiste en la realización de un cribado telefónico inicial antes de que el animal acuda a la clínica. Este procedimiento permitiría identificar a posibles pacientes infecciosos, de modo que, al acudir al centro, se dirigieran directamente a un área específica designada para su atención, evitando así su tránsito por la sala de espera y el contacto con otras mascotas o superficies. El cuestionario telefónico debería orientarse a la recogida de información sobre los siguientes aspectos:

- a) Filiación e información básica del animal
- b) Evaluación subjetiva de los síntomas
- c) Evaluación de signos sugestivos de enfermedad infectocontagiosa
- d) Evaluación del entorno y posibles situaciones de contagio

En la Tabla 4 se muestra un posible cuestionario para cribado de pacientes sospechosos de padecer una enfermedad infectocontagiosa.

Tras la evaluación del paciente mediante el cribado telefónico, se deben de tomar decisiones y proporcionar instrucciones precisas al tutor tanto para acudir a la clínica como para minimizar los riesgos de contagio del entorno del animal. Hasta que se excluya la presencia de un proceso infeccioso, aquellos pacientes que manifiesten los siguientes signos serán gestionados desde el inicio como animales potencialmente infecciosos:

- ▶ Signos gastrointestinales agudos.
- ▶ Signos respiratorios agudos (toses, estornudos, descarga nasal u ocular).
- ▶ Signos neurológicos (solos o acompañados de respiratorios, gastrointestinales y dermatológicos).
- ▶ Fiebre.

FORMULARIO DE RECEPCIÓN PREVIA - ANIMALES INFECTADOS O SOSPECHOSOS

Clínica Veterinaria [Nombre]
 Dirección: _____
 Teléfono: _____

DATOS DEL TUTOR

- Nombre completo: _____
- DNI: _____
- Teléfono de contacto: _____
- Correo electrónico: _____

DATOS DEL ANIMAL

- Nombre del animal: _____
- Especie: Canino / Felino / Otro: _____
- Raza: _____
- Edad: _____
- Sexo: Macho / Hembra / Esterilizado

INFORMACIÓN SANITARIA

1. **¿Motivo de la consulta?**
2. **¿Presenta el animal alguno de los siguientes síntomas?**
 (Marcar los que correspondan):
 Fiebre / Diarrea / Vómitos / Tos o estornudos / Secreciones / Lesiones / Dificultad respiratoria / Otro: _____
3. **¿Ha sido diagnosticado con alguna enfermedad infecciosa?**
 Sí / No
 - ¿Cuál?: _____
4. **¿Ha estado en contacto con otros animales enfermos recientemente o con algún otro animal o grupo de animales?**
 Animal enfermo: Sí / No
 - Detalles: _____
 Contacto con otros animales: Sí / No
 - Detalles: _____
5. **¿Ha recibido tratamiento médico en otra clínica en los últimos 14 días?**
 Sí / No
 - Tratamiento y nombre de la clínica: _____

DECLARACIÓN DEL TUTOR: Declaro que la información proporcionada es verídica y completa. Entiendo que, en caso de riesgo sanitario, el personal de la clínica podrá activar protocolos especiales de bioseguridad, los cuales podrían incluir el aislamiento del animal, el uso de equipos de protección y el ingreso por áreas designadas.

Fecha y Firma del tutor: ____ / ____ / ____ _____

Tabla 4 – Ejemplo de cuestionario para cribado de pacientes con sospecha de enfermedad infecto-contagiosa

- ▶ Paciente joven con pauta inadecuada o no completa de vacunación y/o desparasitación.
- ▶ Entorno epidemiológico sugestivo de brote (varios individuos afectados con mismos síntomas en el entorno).
- ▶ Procedencia: criadero/ tienda mascotas.
- ▶ Regreso tras viajes a zonas endémicas.
- ▶ Cualquier cachorro enfermo

2. *Establecer un programa de citas u horarios estratégicos para evitar que animales con sospecha de enfermedad infecciosa compartan sala de espera con los otros pacientes. En caso de no tener una sala de espera específica para este tipo de animales, la estrategia óptima consiste en programar las citas de los pacientes potencialmente infecciosos al final de la jornada. De esta manera, se minimiza el riesgo de transmisión a otros animales y a*



NORMAS EN LA SALA DE ESPERA

PARA PACIENTES Y TUTORES



Los perros deben permanecer con correa corta en todo momento junto a la persona que lo acompaña.



Gatos y animales pequeños deben de estar dentro de sus trasportines. Éstos permanecerán cerrados en todo momento.

Las mascotas no pueden deambular libremente por la sala de espera.



Evite que su mascota interactúe con otros animales o personas.

Limite el número de acompañantes a una persona siempre que sea posible.

Mantenga al menos 2 metros de distancia con otras mascotas. En caso de no poder cumplirse se aconseja esperar en la calle.



Respete estrictamente la hora asignada para su cita. Para reducir el tiempo de espera hasta la recepción del paciente, descargue y complete los formularios necesarios desde la web de la clínica antes de su visita.

Si su mascota vomita, defeca u orina en la clínica, notifíquelo inmediatamente al personal para la correcta limpieza y desinfección.

Solicite y siga las instrucciones específicas del personal de la clínica.

► Gatos y animales pequeños deben de estar dentro de sus trasportines. Éstos permanecerán cerrados en todo momento.

► No se permite que las mascotas deambulen libremente por la sala de espera.

► Evite que su mascota interactúe con otros animales o personas.

► Limite el número de acompañantes a una persona siempre que sea posible.

► Mantenga al menos dos metros de distancia con otras mascotas. En caso de no poder cumplirse se aconseja esperar en la calle.

► Respete estrictamente la hora asignada para su cita.

► Para reducir el tiempo de espera hasta la recepción del paciente, descargue y complete los formularios necesarios desde la web de la clínica antes de su visita.

► Si su mascota vomita, defeca u orina en la clínica, notifíquelo inmediatamente al personal para la correcta limpieza y desinfección.

► Solicite y siga las instrucciones específicas del personal de la clínica

Figura 6 - Ejemplo de infografía de normas en la sala de espera para pacientes y tutores.

las personas presentes en el centro, y se facilita la desinfección posterior adecuada del centro tras el cese de la jornada de trabajo.

No obstante, en la práctica diaria de la clínica veterinaria, esta separación estricta se dificulta debido a la frecuente presentación de pacientes con sintomatología sugestiva de enfermedad infecciosa sin cita previa. Ante estas situaciones inesperadas, es fundamental establecer y comunicar claramente a los tutores un conjunto de normas de actuación que deben seguir rigurosamente para salvaguardar la seguridad y

el bienestar tanto de sus propias mascotas como del resto de animales y personas presentes en las instalaciones.

Con el objetivo de prevenir la transmisión de enfermedades, es recomendable es el uso de infografías claras y visualmente atractivas (Figura 6). Éstas deben de estar ubicadas en puntos estratégicos y visibles tanto en la sala de espera como en el exterior de la clínica. Deberían de incluir, al menos, los siguientes puntos:

► Los perros deben de permanecer con correa corta en todo momento junto a la persona que lo acompaña.

3. Traslado y aislamiento inmediato del animal infectado a áreas de infecciosos en el momento de su llegada a la clínica. Ante la sospecha de una enfermedad infecciosa grave, se indicará al tutor y a su mascota que aguarden fuera de las instalaciones, ya sea en la vía pública o en su vehículo particular. Si el tutor del paciente con sospecha de padecer enfermedad infecciosa se presenta directamente con él sin cita previa en la sala de espera de la clínica, el personal de recepción debe coordinar inmediatamente su traslado a la consulta de infecciosas o a la zona de aislamiento.

Tras la exploración inicial y la evaluación clínica, se determinará si el paciente debe ser trasladado a la sala de infecciosos o a una

zona de aislamiento específica. En ciertas circunstancias, la atención y el tratamiento podrán llevarse a cabo en el exterior del centro. En caso de que el acceso a la clínica sea necesario, los gatos, perros de razas pequeñas y animales exóticos deberán permanecer en el interior de su transportín o jaula. Los animales de tamaño mediano y grande deberán estar debidamente sujetos con collar o arnés y correa. Los animales clasificados como potencialmente peligrosos deberán portar bozal en todo momento y se dirigirán directamente a la sala habilitada para infecciosos o al área designada.

4. Comunicación efectiva con el tutor basadas en instrucciones claras, educación preventiva, consentimiento informado y seguimiento posterior. Una vez diagnosticada e identificada la enfermedad infecto-contagiosa, es imprescindible explicar detalladamente al tutor la trascendencia del cumplimiento riguroso de las medidas de bioseguridad en el centro si el paciente debe permanecer ingresado, así como en el domicilio si no requiere hospitalización. Este conocimiento es fundamental para prevenir eficazmente la propagación del agente biológico y para garantizar la protección de otros animales, así como de las personas que conviven con el paciente. Se requiere una colaboración activa por parte del tutor, quien debe comprender la cadena de transmisión de la enfermedad, el periodo de contagio y la resistencia del patógeno en el medio ambiente.

a) Medidas de bioseguridad de los tutores en visitas a pacientes hospitalizados: Se debe informar adecuadamente a los tutores de pacientes con diagnóstico presuntivo o confirmado de enfermedad infectocontagiosa, de la clasificación de los animales infecciosos y en qué categoría se encuentra su mascota para esti-

“ El manejo adecuado de los pacientes en los centros veterinarios es esencial para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas. El objetivo principal es romper el ciclo de transmisión ”

pular el régimen de visitas. Normas a recalcar a los tutores en las visitas a sus mascotas:

- ▶ Minimizar las visitas y restringir el número de asistentes (a ser posible una persona por paciente y visita). Se restringirá, en la medida de lo posible el paso de menores; de ser imprescindible, debe-

rán estar siempre acompañados y supervisados por un adulto

- ▶ No está permitido el paso de otras mascotas de la familia del paciente hospitalizado en la sala de infecciosos.

- ▶ Los tutores deben cumplir con las normas de bioseguridad del centro. Se les proporcionará todo el equi-



Figura 7. Ejemplo de comportamiento adecuado en la sala de espera de una clínica veterinaria.

“ Como resumen del proceso de eliminación, se puede concluir que el comportamiento adecuado gira en torno a la anticipación, el aislamiento rápido y la higiene rigurosa para proteger tanto al animal enfermo como al resto de pacientes, tutores y al personal de la clínica ”

po de protección individual (EPIs) necesario para acceder a las instalaciones de manera segura (calzas, batas, guantes +/- mascarilla).

► Es conveniente que las visitas sean acompañadas por personal de centro que posea conocimientos de bioseguridad para indicarles cómo deben ponerse y quitarse los EPIs, y estén con ellos durante la mayor parte de la visita para asegurar que se cumplen los protocolos de bioseguridad.

► Los tutores tienen derecho exclusivamente a visitar a su mascota, estando completamente prohibido deambular por la instalación, o manipular otro animal que no sea el suyo.

b) Medidas de bioseguridad en el hogar:

► Aislamiento y restricción: La mascota deberá permanecer en un espacio separado de otros animales. Se intentará que el animal sea cuidado y atendido en el hogar siempre por la misma persona.

► Limpieza y desinfección: La cadena de transmisión debe de ser interrumpida mediante una rutina periódica de limpieza y desinfección específica, así como el manejo adecuado de los desechos (heces, orina, vómitos, pelo, etc.)

► Equipo de protección individual (EPI): La persona encargada del cuidado de la mascota debe de protegerse mediante el uso de equipamiento básico de protección (guantes, ropa específica para ese uso, mascarilla, gafas, calzado).

► Higiene de manos y personal: La higiene de manos es una de las medidas más efectivas para prevenir la transmisión de enfermedades. Debe de llevarse a cabo después de haber tenido contacto con el animal o con su entorno.

► Evitar el contacto con otros animales con los que conviva el paciente: Se mantendrá una separación física completa o parcial (según la enfermedad). Se vigilarán los síntomas en los otros animales.

► Prevenir la transmisión a personas en casos de zoonosis: Se evitará el contacto directo del animal con grupos de riesgo (niños, mayores, mujeres embarazadas, personas inmunodeprimidas, etc.

El tutor deberá llevar un seguimiento documentado para asegurar el cumplimiento de todas las medidas de bioseguridad: calendarios de desinfección, registro de medicación y síntomas, así como el protocolo específico para la enfermedad diagnosticada proporcionada por el veterinario. En caso de que el paciente esté aislado en su domicilio, el veterinario hará un seguimiento telefónico programado, así como videoconferencias o visitas domiciliarias en casos complejos.

En esencia, y como resumen del proceso de eliminación, se puede concluir que el comportamiento adecuado gira en torno a la **anticipación, el aislamiento rápido y la higiene rigurosa** para proteger tanto al animal enfermo como al resto de pacientes, tutores y al personal de la clínica.

Nota del autor: En este artículo se utiliza en masculino genérico exclusivamente para facilitar la lectura, desde el mayor respeto a los géneros y a la inclusividad de los mismos.

Referencias

1. Wierup M, Allard Bengtsson U, Vågsholm I. Biosafety considerations and risk reduction strategy for a new veterinary faculty building and teaching hospital in Sweden. *Infect Ecol Epidemiol.* 2020;10(1). doi:10.1080/20008686.2020.1761588
2. Byers CG. Biosecurity Measures in Clinical Practice. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract.* 2020;50(6):1277-1287. doi:10.1016/j.cvsm.2020.07.004
3. *Biosafety Standard Operating Procedures (SOP).* University of Veterinary Medicines Budapest. Vol 0.; 2022. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://univet.hu/wp-content/uploads/2023/03/SOP-ver-1.0-ENG.pdf>
4. Alonso Espadalé R, Solans Lampurlanés X, Constans Aubert A. Centros veterinarios: exposición laboral a agentes biológicos. *Inst Nac Segur e Hig en el Trab.* 2009;821:1-6. <https://www.fauca.org/wp-content/uploads/2016/05/informe4.pdf>
5. *Protocolo de Bioseguridad Hospital Clínico Veterinario - Clínica de Animales de Compañía.* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2017.

6. Ramiro J, Pérez M, Figueroa R, Szyszkowsky R, Cordero J, Argumanis E. *Manual de Bioseguridad. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*; 2017. www.minsa.gob.pe/dgsp/.../MANUAL DE BIOSEGURIDAD.pdf
7. Australian Veterinary Association. *Guidelines for Veterinary Personal Biosecurity*; 2017. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/<https://nabsnet.com.au/wp-content/uploads/2018/09/AVA-2017-Guidelines-for-veterinary-personal-biosecurity.pdf>
8. Dalton KR, Rock C, Carroll KC, Davis MF. One Health in hospitals: How understanding the dynamics of people, animals, and the hospital built-environment can be used to better inform interventions for antimicrobial-resistant gram-positive infections. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):1-17. doi:10.1186/s13756-020-00737-2
9. Stull JW, Bjorvik E, Bub J, Dvorak G, Petersen C, Troyer HL. 2018 AAHA Infection Control, Prevention, and Biosecurity Guidelines*. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2018;54(6):297-326. doi:10.5326/JAAHA-MS-6903
10. Willemsen A, Cobbold R, Gibson J, Wilks K, Lawler S, Reid S. Infection control practices employed within small animal veterinary practices—A systematic review. *Zoonoses Public Health*. 2019;66(5):439-457. doi:10.1111/zph.12589
11. Sini MF, Tamponi C, Mehmood N, et al. Laboratory associated zoonotic parasitic infections: a review of main agents and biosecurity measures. *J Infect Dev Ctries*. 2023;17(6):762-781. doi:10.3855/jidc.9428
12. Karodia AB, Shaik T, Qekwana DN. Occurrence of Salmonella spp. in animal patients and the hospital environment at a veterinary academic hospital in South Africa. *Vet World*. 2024;17(4):922-932. doi:10.14202/vetworld.2024.922-932
13. Anderson MEC, Sargeant JM, Weese JS. Video observation of hand hygiene practices during routine companion animal appointments and the effect of a poster intervention on hand hygiene compliance. *BMC Vet Res*. 2014;10(1):1-16. doi:10.1186/1746-6148-10-106
14. Sasaoka K, Sato T, Morishita K, et al. Antimicrobial resistance and self-reported hand hygiene awareness before and after an infection prevention and control programme: A 7-year analysis in a small animal veterinary teaching hospital. *Vet J*. 2024;306(May):106154. doi:10.1016/j.tvjl.2024.106154
15. Traverse M, Aceto H. Environmental Cleaning and Disinfection. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):299-330. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.011
16. Marsh AE, Babcock S. Legal Implications of Zoonotic Disease Transmission for Veterinary Practices. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):393-408. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.008
17. Burgess BA, Morley PS. Veterinary Hospital Surveillance Systems. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):235-242. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.002
18. Gibbins JD, MacMahon K. Workplace Safety and Health for the Veterinary Health Care Team. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):409-426. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.006
19. Stull JW, Stevenson KB. Zoonotic Disease Risks for Immunocompromised and Other High-risk Clients and Staff: Promoting Safe Pet Ownership and Contact. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):377-392. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.007
20. Guardabassi L, Prescott JF. Antimicrobial Stewardship in Small Animal Veterinary Practice: From Theory to Practice. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):361-376. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.005
21. Weese JS. Cleaning and Disinfection of Patient Care Items, in Relation to Small Animals. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):331-342. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.004
22. Anderson MEC. Contact Precautions and Hand Hygiene in Veterinary Clinics. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):343-360. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.003
23. *Capítulo I Normas y Procedimientos Generales de Bioseguridad Aplicables En El HCVC. Hospital Clínico Veterinario Complutense. Universidad Complutense de Madrid.*; 2023. <https://www.ucm.es/hcv/autoseguridad,-bioseguridad-y-autoproteccion>
24. *Capítulo H2. Bioseguridad En El Área de Pequeños Animales. Hospital Clínico Veterinario Complutense. Universidad Complutense de Madrid.*; 2023. <https://www.ucm.es/hcv/autoseguridad,-bioseguridad-y-autoproteccion>
25. Córdova G, Téllez J, Fócil R. Aspectos de la bioseguridad frente a la exposición a agentes biológicos- infecciosos en hospitales veterinarios universitarios. *Kuxulkaab* '. 2016;22(44):27-32.
26. Guptill L. Patient Management. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract*. 2015;45(2):277-298. doi:10.1016/j.cvsm.2014.11.010
27. Stull JW, Weese J. Hospital-Associated Infections in Small Animal Practice. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2015;45:217-233.
28. Wright JG, Jung S, Holman RC, Marano NN, Mcquiston JH. Infection control practices and zoonotic disease risks among veterinarians in the United States. *J Am Vet Med Assoc*. 2008;232(12):1863-1872.
29. Williams C, Scheftek J, Elchos B, Hopkins A, Levine J. Compendium of Veterinary Standard Precautions for Zoonotic Disease Prevention in Veterinary Personnel National. *J Am Vet Med Assoc*. 2015;247(11).
30. Benedict KM, Morley PS, Metre DC Van. Characteristics of biosecurity and infection control programs at veterinary teaching hospitals Katharine. *JAVMA Journal Am Vet Med Assoc*. 2008;233(5):767-773.



Suelo y One Health

El primer eslabón de la salud pública en la prevención de enfermedades

PALENCIA GARRIDO-LESTACHE, PABLO¹, ORTIZ-BARREDO, AMAIA² y GONZÁLEZ RICO, CLAUDIA³

¹ Director de Ibérica Agro Proyectos y exconsejero de desarrollo rural, ganadería y pesca del gobierno de Cantabria. ² Jefa departamento producción y protección vegetal · NEIKER BRTA. ³ Investigadora predoctoral del Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla-IDIVAL, CIBERINFEC-ISCIII.



Introducción

En las últimas décadas, las prácticas agrarias, que han tratado de maximizar los rendimientos agrícolas primando la producción, han causado en estos suelos pérdidas en la materia orgánica, modificación de su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua, haciéndolos más deficientes y pobres y aumentando la salinidad en millones de hectáreas de la tierra. La erosión, acelerada por la labranza y la falta de cobertura del suelo, ha provocado la pérdida de más de 57 mil millones de toneladas métricas de capa superficial del suelo sólo en el Medio Oeste de Estados Unidos durante los últimos 150 años.

Aunque la agricultura aumentó su productividad en el siglo XX mediante la adopción de nuevas prácticas y avances tecnológicos, no se espera que estos aumentos se repitan en el siglo XXI. Además, los costos externalizados para el medio ambiente y la salud humana (contaminación del agua y del aire, pérdida de biodiversidad y aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero) causados por muchas prácticas de gestión agrícola son evidentes y graves. Pero es cierto que se están realizando esfuerzos considerables para mitigar estos problemas a través de prácticas de gestión que mejoren la salud del suelo, definida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación como “la capacidad del suelo para sostener la productividad, la diversidad y los servicios ambientales de los ecosistemas terrestres”. Una de estas iniciativas es lo coloquialmente está llamándose Agricultura Regenerativa.

Las condiciones en las que se encuentra cualitativamente el suelo, lo que habitualmente llamamos salud del suelo, mantiene la aten-

ción de muchos equipos de investigación desde hace más de dos décadas para, además, determinar si esta tiene efectos favorables sobre la densidad de nutrientes de los alimentos cultivados. Los avances recientes han provocado la exploración de la interconexión de los microbiomas en el suelo, las plantas, los humanos y otros animales y cómo los microbiomas pueden sustentar suelos saludables que repercutan en una mejora de la salud humana.

En los últimos años, hay una evidencia que confiere al suelo una importancia que va más allá de la actividad agraria. Un número cada vez mayor de estudios señala, como principales factores contribuyentes a la aparición de enfermedades infecciosas emergentes, a las alteraciones produ-

Las profesiones relacionadas con la actividad agraria, como son los veterinarios e ingenieros agrónomos, además de ingenieros forestales, de montes y biólogos, incluso otros profesionales como los ganaderos o agricultores, tienen una extraordinaria importancia en la prevención de la aparición de enfermedades en la salud pública que tienen que ver con los usos del suelo y las prácticas agrarias, en la prevención de la difusión de patógenos y de brotes de enfermedades como en las pandemias, así como en combatir otras enfermedades relacionadas con la producción de alimentos, relacionadas con las disfunciones de la microbiota, o la resistencia a los antibióticos y otros trastornos relacionados con la inmunidad de las personas.

“ Un número cada vez mayor de estudios sobre las enfermedades infecciosas emergentes señala a las alteraciones producidas en la cubierta vegetal y en la utilización de la tierra, entre ellas, los cambios de la cubierta forestal junto con la urbanización y el aumento de la actividad agrícola intensiva, como principales factores contribuyentes a la aparición de enfermedades infecciosas ”

cidas en la cubierta vegetal y en la utilización de la tierra, entre ellas, los cambios de la cubierta forestal (en particular, la deforestación y la parcelación de los bosques, junto con la urbanización y el aumento de la actividad agrícola intensiva.

Existe la evidencia creciente de que los cambios en los usos del suelo agrícola influyen en la forma en que se transmiten los patógenos entre animales de la misma o de diferentes especies, la aparición de brotes infecciosos y la relación con las pandemias.

En este sentido, es necesario profundizar en el conocimiento y la formación de los profesionales sobre todo lo relacionado con el suelo orgánico como fuente de transmisión de patógenos, así como de la investigación de las actividades agrarias, para fomentar la calidad del suelo y la prevención de enfermedades relacionadas con la salud pública.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) advirtió que este año 2024 se produjeron 17 brotes de enfermedades peligrosas como el virus de Marburgo, la viruela del mono y la última cepa de gripe



aviar (H5N1) y advirtió de la vulnerabilidad del mundo a una posible pandemia.

Según remarcó la OMS, cada nuevo brote pone de relieve las deficiencias del modelo de prevención de pandemias y de la preparación mundial para responder a los brotes de enfermedades.

De hecho, numerosos riesgos aumentan la probabilidad de nuevas pandemias, según un nuevo informe de la Junta de Monitoreo de la Preparación Mundial (GPMB). Este estudio, presentado en la XV Cumbre Mundial de la Salud en Berlín, describe 15 factores clave del riesgo de pandemia, clasificados en cinco grupos distintos: sociales, tecnológicos, ambientales, económicos y políticos.

Si bien aún se desconoce mucho, el microbioma del suelo parece desempeñar un papel crucial al permitir las funciones del suelo en la producción agrícola y contribuir a la salud vegetal, animal y humana, además de contribuir a cumplir los objetivos europeos, los objetivos del Pacto Verde, en relación con las pérdidas de nutrientes y el uso de pesticidas. Es en esta teoría en la que se basa el concepto de agricultura regenerativa.

España necesita una Dirección General de One Health o Una Sola Salud, donde se promueva una estrategia de coordinación en la prevención, conocimiento y formación de las enfermedades compartidas, y sus mecanismos de transmisión, y de la importancia de la actividad agraria y los usos del suelo en la difusión de patógenos. Es necesario divulgar en la sociedad en general, y sobre todo en las profesiones del medio rural, la importancia que la actividad agraria tiene en la salud pública.

Los ingenieros agrónomos, y las profesiones afines, como ingenieros de montes, biólogos, veterina-

rios, deben de formar parte de los grupos de trabajo dentro del enfoque One Health, por su importancia en la difusión del conocimiento y en la prevención de la difusión de patógenos y enfermedades de la sociedad. En líneas generales, se ha observado que el enfoque One Health ha descuidado, hasta hace poco, la pieza ambiental del rompecabezas y que, de los muchos componentes mal comprendidos y no integrados del medio ambiente, quizás el más descuidado sea el suelo.

Es una evidencia que más de 50.000 especies están presentes en 1 gramo de suelo, lo que convierte al microbioma del suelo en la comunidad genéticamente más diversa del planeta. Si bien el microbioma del suelo permanece en gran parte sin estudiar, hasta ahora se ha estudiado menos del 1%, se sospecha que su diversidad es un apoyo clave para la amplia gama de funciones y servicios que sustentan la vida. La complejidad y diversidad del microbioma del suelo son el resultado de la variedad de entornos que los suelos ofrecen a las comunidades microbianas.

Avances recientes han provocado la exploración de la interconexión de los microbiomas en el suelo, las plantas, los humanos y otros animales, y cómo los microbiomas pueden sustentar suelos saludables que repercutan en una mejora de la salud humana.

Estos avances también pueden conducir a nuevos descubrimientos en el microbioma del suelo que podrían facilitar el desarrollo de fármacos y abordar las amenazas a la salud humana, incluida la resistencia a los antibióticos, los contaminantes y los patógenos transmitidos por el suelo.

A través de su capacidad para reciclar nutrientes y carbono, filtrar agua y construir una estructura del

suelo y materia orgánica, el vínculo más obvio entre los microorganismos del suelo y la salud humana se basa en el hecho de que ellos, y la biota del suelo en general, son parte integral de la capacidad de los suelos para producir alimentos. El 95 % de nuestros alimentos proceden del suelo.

El hecho de que los microorganismos del suelo también pueden ser perjudiciales para la salud humana se pone de manifiesto en la aparición, en las últimas décadas, de varios brotes de patógenos transmitidos por alimentos frescos, relacionados con el estiércol o los suelos modificados con abono.

El microbioma

El microbioma del suelo comprende la microbiota del suelo, así como estructuras microbianas, elementos genéticos y ADN relicto (el que persiste al unirse a los minerales del suelo y a las sustancias húmicas). Los microorganismos generalmente se dividen en cinco grupos principales. De más a menos abundantes, se trata de bacterias, hongos, microalgas, arqueas y protozoos. Algunas clasificaciones también incluyen a los virus como microorganismos, mientras que otras los consideran parte del "material genético flotante". La mayoría de los taxones del suelo, es decir, microorganismos agrupados por características similares, aún no se han descrito y no se pueden encontrar en bases de datos de referencia. Este es el caso de más del 80% de los taxones de bacterias y arqueas que se encuentran en el suelo. Además, la gran mayoría (>95%) de los microorganismos del suelo están inactivos en determinados momentos.

El microbioma del suelo influye en la salud ambiental, que a su vez afecta la salud y el bienestar humanos, directa e indirecta-

mente. Los impactos directos se relacionan con el crecimiento y la promoción de las plantas, los patógenos vegetales, la salud del suelo y la mitigación del cambio climático, mientras que tienen impactos indirectos sobre los patógenos transmitidos por el suelo, el comportamiento social de los animales, la geografía, el polvo y la exposición o las bacterias resistentes a los antibióticos.

Labores agrícolas, suelos en cultivos vegetales y salud humana y animal

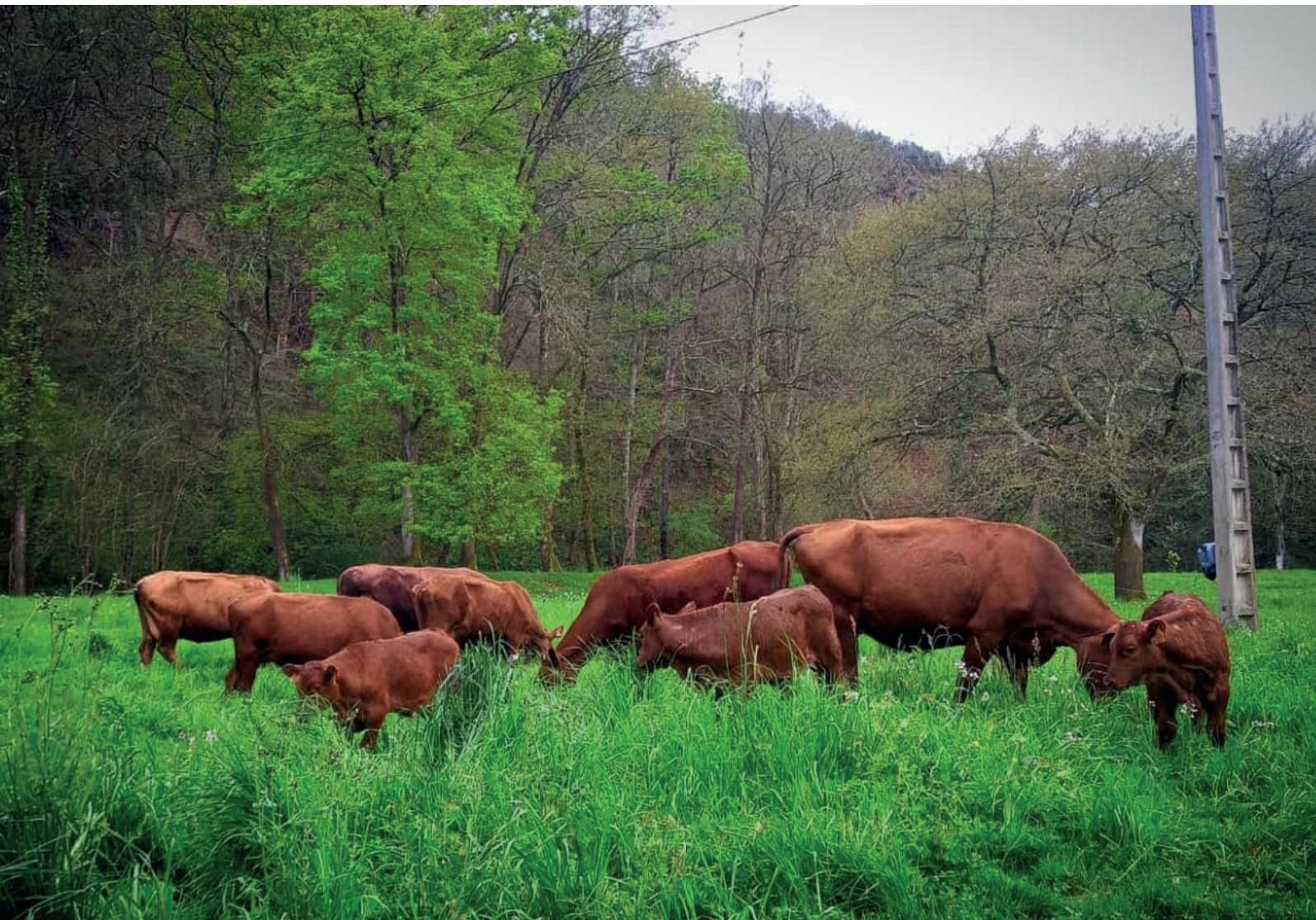
Bajo el prisma del manejo agrícola de los cultivos que afecta al suelo de cultivo, hay varios puntos críticos que los autores de

este artículo han creído determinantes por su afección a la salud de las personas y los animales. Por supuesto, el manejo del suelo arable, tanto en cultivos leñosos como herbáceos en rotación, afecta también de forma determinante a aspectos medioambientales, pero esa parte no queda reflejada en este artículo.

Los aspectos que se han considerado son tres, por ser objeto actualmente de una alta actividad científica dentro de los estudios del manejo agrícola: 1) la resistencia a antibióticos derivada del uso de la fertilización orgánica de origen animal, 2) el suelo como fuente de inóculo de hongos micotoxigénicos así como de microorganismos patógenos de plantas y 3) contaminación química del suelo por el uso de fitosanitarios.

Manejo agrícola de cultivos y resistencia a antimicrobianos (RAM) de las bacterias

El descubrimiento del primer antibiótico a mediados del siglo XX cambió el rumbo de la medicina moderna, que pudo así comenzar a tratar la mayoría de las infecciones bacterianas, tanto en los seres humanos como en los animales. Hoy por hoy, el desarrollo de bacterias resistentes a este tipo de medicamentos constituye una de las amenazas más serias para la salud pública; las bacterias multirresistentes causan 33.000 muertes al año en Europa y generan un gasto sanitario adicional de unos 1.500 millones de euros. La OMS ha declarado que la resistencia a los antimicrobianos es una de las 10 principales



amenazas de salud pública a las que se enfrenta la humanidad.

El uso excesivo e inadecuado de los antibióticos es una de las principales causas de este problema en el que todos tenemos parte de responsabilidad. Este problema ha sido abordado de forma eficiente en Europa a través de planes lanzados por la Comisión Europea y acciones coordinadas en cada uno de los Estados miembros, en los que se unen fuerzas tanto entidades públicas como privadas. Estos planes tienen dos líneas generales de actuación: la prevención de infecciones y el uso adecuado de los antibióticos para el control de las infecciones tanto humanas como animales.

El nexo de unión de esta amenaza con la agricultura se desarrolla desde dos perspectivas; por una parte, el uso de antibióticos para control de enfermedades vegetales y, en segundo lugar, la presencia de bacterias resistentes a antimicrobianos en los suelos agrícolas (resistoma) por aplicación de enmiendas orgánicas. De manera general, el uso de antibióticos en sanidad vegetal no está autorizado en la UE, se refiere a aquellos usados también en el control de enfermedades animales y humanas. En España, el antibiótico aminoglucósido kasugamicina podía emplearse para el tratamiento de enfermedades bacterianas en manzana, calabaza, fresa, cíprés, tomate, pera y judía, pero su uso está prohibido desde 2007 (Decisión de la Comisión 2005/303/EC). Este fue el último antibiótico prohibido en la UE.

El suelo constituye un gran reservorio de genes de resistencia a los antibióticos (ARGs) que se usan habitualmente para el control de infecciones de las personas y los animales, como la tetraciclina, la estreptomina y la ciprofloxacina.

La propagación de los ARGs en los suelos se atribuye principalmente a la ganadería intensiva y a las prácticas agrícolas. En particular, la aplicación de estiércoles en el suelo es una de las vías más importantes para la entrada de ARGs en los suelos agrícolas. La diversidad y abundancia de los ARGs del suelo ha sido ampliamente estudiada, pero, además, existe la posibilidad de que los ARGs se transfieran de los suelos enmendados a las plantas a través de la colonización de los tejidos por bacterias endófitas (foliares y radicales) o por la adhesión de bacterias portadoras de ARGs a las superficies de las plantas.

Esta última cuestión ha sido recientemente demostrada por el equipo de NEIKER-BRTA, lo que confirma la magnitud del problema, puesto que puede poner en jaque la seguridad alimentaria y, por consiguiente, la salud humana.

La optimización del tratamiento y manejo de las enmiendas orgánicas, previamente a su aplicación al suelo, es una opción idónea para mitigar el riesgo asociado al resistoma y, en particular, a la entrada de resistencias a los antibióticos en los agroecosistemas. Sin embargo, en el último Real Decreto (RD 1051/2022), por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios, se disponen cambios para la gestión de purines, estiércoles y otros fertilizantes, pero buscando fundamentalmente reducir las emisiones de gases nocivos, en especial del amoníaco, así como evitar la contaminación de aguas y suelos. Este nuevo decreto, que entró en vigor el 1 de enero de 2024, permite el

uso de estiércol y purín sin transformar con la única limitación de que se debe aplicar en tierras sin cultivo (incluidos los destinados a

alimentación humana), en pastos con un mínimo de 21 días antes del pastoreo o siega y en el resto de cultivos forrajeros habrá que esperar desde que se aplica un mínimo de 2 meses antes de la cosecha o 21 días si no hay contacto con las partes comestibles del cultivo.

Por ello, actualmente, la fuente de entrada de ARGs a los alimentos a través del manejo agrícola del suelo, según la normativa y planes en vigor, queda limitada únicamente a través de las actuaciones que establecen el uso de antibióticos y aparición de resistencias en ganadería en España por el PRAN-Plan Nacional frente a la resistencia de antibióticos.

Presencia de microorganismos en suelo que causan daños o enfermedad en las personas: micotoxinas, plagas prioritarias y suelos supresivos

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por una serie de hongos que atacan los cultivos en campo, principalmente de cereales, leguminosas, frutos secos, frutas y hortalizas en condiciones favorables de temperatura y humedad. La presencia de micotoxinas en los alimentos y piensos puede afectar a la salud humana y animal por sus efectos adversos, como la inducción del cáncer, genotoxicidad y mutagenicidad, efectos estrogénicos, inmunodepresores, gastrointestinales, hepáticos o renales dependiendo de la toxicidad de cada micotoxina.

Las micotoxinas, al ser compuestos termoestables y resistentes, persisten tras los procesos de secado, molienda y procesado de los alimentos procedentes de los cultivos, entrando así en la cade-

na alimentaria. Además, muchas de las micotoxinas no se reducen mediante el cocinado de los alimentos.

Las micotoxinas son compuestos químicos fruto del metabolismo secundario de una serie de hongos, principalmente, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Alternaria*. Estos hongos, pueden a la vez ser patógenos de plantas. Sin embargo, muchas veces pasan desapercibidos, su presencia no se confirma hasta la aparición de las micotoxinas en los alimentos. Al tratarse de metabolitos secundarios, su producción depende de la temperatura y humedad, formándose tanto en el cultivo en campo como durante la recolección, transporte y almacenamiento. Las condiciones agrícolas y climáticas son, y por ello la deriva del cambio climático, determinantes para evaluar el riesgo de su presencia en los alimentos, tal y como han mostrado varios informes científicos de la Autoridad Europea de Seguridad alimentaria (EFSA).

A pesar de la investigación y de la regulación de los límites máximos permitidos de micotoxinas en los alimentos y los piensos (Reglamento (UE) 2023/915), así como de las recomendaciones europeas de buenas prácticas en el manejo agrícola y en la cadena agroalimentaria (entre las últimas está la Recomendación (UE) 2022/553 sobre el seguimiento de la presencia de toxinas de *Alternaria* y Reglamento (UE) 2024/1038 de las toxinas T-2 y HT-2 en los alimentos), estos compuestos siguen representando un problema, sobre todo, debido al cambio climático. De acuerdo al Sistema de Alertas Rápidas de la UE -RASFF 2023- las micotoxinas están dentro de los 10 principales riesgos recurrentes, y son principalmente (80%) de Aflatoxinas (AFLA) en cereales y frutos secos las más habituales. El contenido máximo de AFLA en los alimentos está

limitado al mínimo detectable ya que tienen varios efectos tóxicos en las personas y los animales. Las AFLA son Mutagénicas, teratogénicas, genotóxicas, inmunotóxicas y Carcinogénicas (IARC-Grupo 1).

El papel que juega el manejo agrícola y el suelo de cultivo en este tema es fundamental ya que el cobijo y reservorio de estos hongos es mayoritariamente el suelo. Es en el suelo donde permanecen las estructuras de resistencia de

te la presencia de micotoxinas, ya que como se ha mencionado anteriormente, son metabolitos secundarios que se producen en condiciones climáticas concretas o situaciones de estrés diversas para el microorganismo. Las condiciones climáticas durante el cultivo, así como las condiciones de transporte y almacenamiento son puntos críticos a considerar.

Otra cuestión de debate científico en los últimos años es el ma-

“ Las profesiones relacionadas con la actividad agraria, como son los veterinarios e ingenieros agrónomos, además de ingenieros forestales, de montes y biólogos, incluso otros profesionales como los ganaderos o agricultores, tienen una extraordinaria importancia en la prevención de la aparición de enfermedades en la salud pública que tienen que ver con los usos del suelo y las prácticas agrarias ”

los hongos, viables, para causar infección en los cultivos o simplemente los usan como soporte de crecimiento y multiplicación para entrar en la cadena alimentaria a través de los vegetales.

Si analizamos el ciclo de vida de los hongos de las especies que producen las AFLA (*Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*), tanto en cultivos herbáceos de maíz como en los cultivos de árboles de frutos secos, la principal fuente de hongo es el suelo. Los esclerocios del hongo (estructuras de resistencia) pueden permanecer en el suelo varios años viables. Desde el suelo, a través de desplazamientos por el aire o por insectos de forma inespecífica, llegan a las cosechas y alimentos.

La presencia de hongos en los alimentos no indica necesariamente

nejo agrícola que diferencia la producción ecológica (PE) de la convencional, tanto en el manejo del suelo como de los productos fitosanitarios. Hasta el momento, no se ha podido demostrar científicamente que la PE sea más propensa a la presencia de micotoxinas en los alimentos que en los convencionales.

Merece la pena mencionar, también en este apartado, otros microorganismos patógenos de plantas que están asociados al suelo pero que no causan directamente enfermedades en las personas y los animales. Son microorganismos patógenos exclusivamente de plantas, pero su presencia en el suelo causa destrucciones completas de cosechas, pérdidas de tierras de cultivo, y con ello, todas las derivas económicas y sociales asociadas.



Uno de los ejemplos más conocidos de microorganismos presentes en el suelo agrícola que causó la mayor hambruna y diáspora conocida en Europa es el Oomicete *Phytophthora infestans*, causante del mildiu de la patata. Este microorganismo, causante de la entonces conocida como gran hambruna irlandesa, sigue siendo una de las principales enfermedades en el cultivo de la patata en Europa, el tercer alimento más producido en Europa tras los cereales y la remolacha azucarera.

Salvando lógicamente los escenarios históricos, hoy en día también seguimos hablando de patógenos muy nocivos para las plantas que pueden causar la pérdida completa de cosechas y modifican, de forma significativa, la economía y condiciones sociales de un pueblo. A estas plagas, la normativa europea las denomina Plagas Cuarentenarias Prioritarias (PCPs) sobre las que se establecen los más estrictos controles para evitar su implantación y diseminación. En Europa hay 20 PCPs, la primera en el ranking es *Xylella fastidiosa*, una bacteria que afecta a más de 600 especies de vegetales conocidos, entre ella, grandes cultivos como la vid, el almendro y el olivo, a los que es capaz de destruir en pocas campañas. Tras su infección se produce el síndrome de declive rápido del olivo y el almendro o la enfermedad de Pierce en la vid. Los estragos económicos y sociales que esta bacteria está produciendo en Europa son bien conocidos actualmente, entre ellos los acaecidos en la zona italiana de la Apulia por la muerte de olivos centenarios en miles de kilómetros cuadrados.

Suelos supresivos

En este apartado, también merece la pena mencionar un término hoy en desuso que es el de "sue-

los supresivos". Durante décadas se manejaba este término para hacer referencia a suelos agrícolas en los que sus condiciones no permitían el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos de suelo (microorganismos que se mantienen en el suelo viables de una cosecha a la siguiente). Hoy en día se han logrado describir las condiciones que explican esta "supresión", principalmente ligada a las relaciones ecosistémicas de la microbiota del suelo y la interacción planta patógeno en el suelo.

Residuos de fitosanitarios en el suelo y en los alimentos y piensos

Los fitosanitarios (ppff) se utilizan para proteger a los cultivos contra insectos, malas hierbas, hongos

No debemos obviar que los ppff, que son potencialmente tóxicos para los seres humanos y los animales, pueden tener efectos agudos y crónicos en la salud, dependiendo de la cantidad y la forma de exposición. Algunos de los plaguicidas más antiguos y menos costosos pueden permanecer durante años en el suelo y el agua. Muchos de estos productos químicos han sido prohibidos para uso agrícola en los países desarrollados, pero todavía se utilizan en muchos países en desarrollo. Estas sustancias químicas han sido prohibidas por los países que firmaron el Convenio de Estocolmo de 2001, un tratado internacional que tiene como objetivo eliminar o restringir la producción y el uso de contaminantes orgánicos persistentes.

Para proteger a los consumidores de alimentos de los efectos

“ España necesita una Dirección General de One Health o Una Sola Salud, donde se promueva una estrategia de coordinación en la prevención, conocimiento y formación de las enfermedades compartidas, y sus mecanismos de transmisión, y de la importancia de la actividad agraria y los usos del suelo en la difusión de patógenos ”

y otras plagas, y son imprescindibles para garantizar todo el potencial productivo de los cultivos y la sostenibilidad económica, social y medioambiental de la agricultura.

Los ppff pueden ser biocidas (destruyen los organismos vivos) o bioestimulantes (desencadenantes de resistencia de las plantas frente a las plagas). Además, por su composición y origen, pueden ser de síntesis o naturales y que junto a su composición y deriva a residuos, pueden estar autorizados en agricultura ecológica o convencional.

adversos de los plaguicidas, la OMS, así como la EFSA, examina las pruebas y elabora dictámenes para establecer las listas de límites máximos de residuos aceptados internacionalmente. En el caso europeo, el control toxicológico y ecotoxicológico de las materias activas que componen las formulaciones de los ppff está estrictamente examinado. Para ello, se establecen dos tipos de control: i) por un lado, cada materia activa es caracterizada en función de su toxicidad y ecotoxicidad y en función de la misma se

autoriza su comercialización en la UE (Reglamento 1107/2009) y por otro, ii) una vez autorizados, se establece un límite máximo de residuos (LMR) con el fin de proteger la salud humana y animal. La legislación de la UE regula qué LMR se aplica a los distintos productos y establece un LMR por defecto cuando no se ha establecido un LMR específico. A partir de ahí, cada Estado Miembro registra aquellos ppff que pueden ser usados en su territorio en función de su eficacia demostrada como fitosanitario en ensayos locales.

La toxicidad y ecotoxicidad de un plaguicida depende de su función y de otros factores. Por ejemplo, los insecticidas tienden a ser más tóxicos para los seres humanos que los herbicidas. La misma sustancia química puede tener diferentes efectos en diferentes dosis, es decir, la cantidad de sustancia química a la que se expone la persona. La toxicidad también puede depender de la vía por la cual se produce la exposición, por ejemplo, si se traga o inhala el producto, o si entra en contacto directo con la piel.

Los efectos adversos de estos plaguicidas solo se producen cuando se rebasa un cierto nivel seguro de exposición. Cuando una persona entra en contacto con grandes cantidades de plaguicidas, el resultado puede ser una intoxicación aguda o efectos a largo plazo en la salud que pueden incluir cáncer y efectos adversos sobre la reproducción.

Además de ello, en la UE, hay límites excluyentes para la comercialización de las materias activas por su efecto tanto tóxico como ecotóxico, que se presentan específicamente en el Anexo II de Reglamento 1107/2009). Estos son: genotoxicidad, carcinogenotoxicidad, toxicidad para

la reproducción, alteración endocrina y si no se considera agente contaminante orgánico persistente (COP), sustancia persistente bioacumulativa y tóxica (PBT) o sustancia muy persistente y muy bioacumulativa (mPmB). En el caso de ecotoxicidad, fundamentalmente, no admiten todas aquellas materias que tengan efectos agudos o crónicos inaceptables para la supervivencia y el desarrollo de las colonias de abejas y polinizadores.

En los últimos años se está viviendo una revolución en el tipo de ppff aplicados. Son los conocidos con el nombre de bioestimulantes. Su modo de acción no está enfocada a la eliminación de plagas, sino a proteger a las plantas a través de la estimulación de su resistencia sistémica adquirida. Actualmente está en pleno debate científico, la alteración del microbiota tanto en el suelo como en los alimentos que estos productos pudieran provocar.

Los factores ambientales y ecológicos en las enfermedades infecciosas emergentes

Las enfermedades infecciosas emergentes se definen como aquellas enfermedades recientemente identificadas y que afectan a una población por primera vez, o que han existido previamente, pero están aumentando rápidamente, ya sea en términos del número de nuevos casos dentro de una población o de su propagación a nuevas áreas geográficas, hospedadores o agentes vectores. También se agrupan bajo este término aquellas enfermedades que han afectado una determinada área en el pasado, han disminuido o han sido controladas, pero que se vuelven a reportar en números



cada vez mayores. En el caso de enfermedades antiguas, ya conocidas, que reaparecen en una nueva forma clínica que puede ser grave o fatal, hablamos de enfermedades reemergentes. Un ejemplo de estas últimas es el Chikungunya en India.

Este tipo de enfermedades suponen una grave amenaza para la seguridad sanitaria mundial. La experiencia demuestra que los brotes de enfermedades no sólo pueden causar un gran número de muertes humanas a medida que se propagan, sino que también tienen enormes repercusiones sociales y económicas en el mundo interconectado de hoy. Con el aumento de los viajes, el comercio y la movilidad de las personas en todo el mundo, las enfermedades infecciosas emergentes pueden cruzar fácilmente las fronteras internacionales, pasando sin problemas de una población a otra. La naturaleza de tales enfermedades y la necesidad de un enfoque colectivo han sido claramente demostradas por el SARS (síndrome respiratorio agudo severo), la influenza aviar, la pandemia (H1N1) de 2009 y, por supuesto, la pandemia COVID-19 de 2020.

Muchos factores precipitan la aparición de nuevas enfermedades, ya que permiten que los agentes infecciosos evolucionen hacia nuevos nichos ecológicos, alcancen y se adapten a nuevos huéspedes y se propaguen más fácilmente entre los nuevos huéspedes. Estos factores incluyen la urbanización y la destrucción de hábitats naturales, lo que lleva a que humanos y animales vivan en estrecha proximidad; el cambio climático y los ecosistemas cambiantes; los cambios en las poblaciones de huéspedes reservorio o vectores, que actúan como intermediarios; y la mutación genética de los propios microorganismos. La mayoría de estos factores se engloban dentro de factores de carácter socioeconómico, ambiental y ecológico. Un estudio a nivel global sobre la aparición de 335 enfermedades infecciosas emergentes entre 1940 y 2004 demostró patrones globales no aleatorios, lo que proporciona una pista para identificar regiones donde es más probable que se origine este tipo de enfermedades (puntos críticos de enfermedades emergentes). Sin embargo, es difícil predecir el impacto de una enfermedad emergente, sobre todo en términos de salud humana, es-

pecialmente si se tiene en cuenta que podríamos tener poca o ninguna inmunidad natural frente a la enfermedad.

Estudios previos han demostrado que la morbilidad de las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes está aumentando y que la mayoría son de origen zoonótico, lo que significa que la enfermedad ha surgido de un animal y ha cruzado la barrera inter-especie infectando así al ser humano.

Se calcula que, aproximadamente el 60% de todas las enfermedades infecciosas humanas reconocidas hasta ahora, y alrededor del 75% de las enfermedades infecciosas emergentes que han afectado al ser humano en las últimas tres décadas, se han originado en animales, la mayoría de ellas, en torno al 70%, se han originado en fauna silvestre, como el SARS-CoV-1 y el virus Ébola.

Este tipo de enfermedades también pueden transmitirse por alimentos, el agua, el aire o vectores, organismos que funcionan como huéspedes intermediarios del patógeno y transmiten dicha enfermedad a los humanos, como por ejemplo, los mosquitos, garrapatas o las ratas, entre otros. También se da el caso de patógenos que se originan en el ser humano, como *Mycobacterium tuberculosis*, que pueden transmitirse de humanos a animales. Siendo el contacto estrecho entre animales y seres humanos, un factor de riesgo que puede aumentar la transmisión mutua.

Si bien un sistema de salud pública sólido es un requisito previo para combatir los brotes de enfermedades infecciosas emergentes, estos brotes también pueden interrumpir significativamente dicho sistema. Por lo tanto, fortalecer la preparación, la vigilancia, la evaluación de riesgos, la comunicación de riesgos, las



nematodes

instalaciones de laboratorio y la capacidad de respuesta son cruciales. Igualmente, importante es la asociación entre los sectores de sanidad animal, agricultura, silvicultura y salud a nivel nacional, regional y global, debido a la estrecha relación existente entre el ser humano, los animales y su entorno. De aquí se desprende el concepto de una sola salud o "One Health".

El concepto de Una Salud se inició en múltiples disciplinas en 2006, se trata de un esfuerzo colaborativo y global para lograr la mejor salud para las personas, los animales y el medio ambiente. Tiene como objetivo capturar la interdependencia inherente de la salud humana y no humana y el medio ambiente y es relevante para el desarrollo de estrategias para controlar las enfermedades infecciosas.

Este enfoque para fortalecer la vigilancia de la salud humana y animal podría reducir los costos entre un 10% y un 30%. Además de los ahorros de recursos financieros, las inversiones en recursos humanos, como trabajadores de atención médica sobre el terreno, epidemiólogos, microbiólogos, científicos de prevención de infecciones, especialistas en control y veterinarios, también reducen el gasto. No hay que olvidar que la comunicación oportuna de datos epidemiológicos en tiempo real es esencial. Por lo tanto, la implementación del enfoque Una Salud tiene el potencial de prevenir y controlar las enfermedades zoonóticas transfronterizas (como el SARS, el MERS y la enfermedad infecciosa por coronavirus -19 (COVID-19)) de manera eficiente y rentable, siendo este enfoque altamente eficiente en términos de eficiencia en el uso de recursos.

Para prevenir y controlar las enfermedades infecciosas es necesario investigar y regular adecuada-

mente los factores ambientales, como son los patrones de uso de la tierra y el agua, la ganadería intensiva, el deterioro de los hábitats de la vida silvestre, el uso excesivo de pesticidas y el comercio internacional de vida silvestre. Se requiere la colaboración intersectorial del sistema de salud para el monitoreo complejo y las intervenciones de enfermedades infecciosas tanto a nivel regional, como nacional e internacional.

El cambio climático también juega un papel relevante en la aparición de las enfermedades infecciosas emergentes. Las condiciones climáticas son cada vez más propicias para la transmisión de múltiples enfermedades infecciosas, al afectar directamente las características biológicas de los patógenos (por ejemplo, crecimiento, supervivencia y virulencia) y de sus vectores, y al favorecer indirectamente la transmisión a través de la modificación de los ecosistemas y cambios en el comportamiento humano. El aumento de las temperaturas y las precipitaciones puede promover una variedad de enfermedades infecciosas, desde enfermedades transmitidas por vectores (p. ej., malaria, dengue y leishmaniasis), hasta infecciones entéricas y diarrea (p. ej., cólera, vibriosis e infección por rotavirus), y enfermedades parasitarias como la esquistosomiasis. Un ejemplo puede verse en la transmisión del dengue, los cambios climáticos han provocado un aumento en su transmisión desde 1950 hasta 2018 del 8,9% y 15,0%, en función del vector (*Aedes aegypti* y *A. albopictus*, respectivamente). Este aumento se debe a la ampliación del rango geográfico de los vectores, anteriormente ausentes en Europa y que en la actualidad encontramos en varios países europeos.

Otros vectores, como las garrapatas *Ixodes ricinus*, portadoras

de *Borrelia burgdorferi* (causante de la enfermedad de Lyme) y del virus de la encefalitis transmitida por garrapatas, también se han propagado gradualmente a regiones más amplias de Europa. En los últimos 10 años, Europa ha presenciado un regreso de la malaria, con una transmisión local sostenida de infecciones por *Plasmodium vivax* en Grecia en 2012, una mayor incidencia de infecciones patógenas por *Vibrio* spp. en la región del Báltico, brotes recurrentes de verano del virus del Nilo Occidental en el sur y el este de Europa, casos de transmisión local de chikungunya en Francia e Italia, y un informe de transmisión local del virus Zika en Francia en 2019.

El efecto de la temperatura sobre la agricultura está vinculado a la disponibilidad de agua y a la producción de alimentos, que pueden verse amenazadas por períodos prolongados de sequía o por el exceso de lluvias. Durante el último siglo, las áreas irrigadas se han quintuplicado. Para 2025, las previsiones indican que el 64% de la población mundial vivirá en cuencas con estrés hídrico.

La variación en la cantidad e intensidad de las precipitaciones tendrá un impacto negativo general en la agricultura, produciéndose una disminución de la disponibilidad de recursos hídricos en las zonas donde las precipitaciones se reduzcan, mientras que en las zonas donde se espera un aumento de las precipitaciones, la variabilidad e intensidad de las precipitaciones podrían tener un impacto negativo en la distribución estacional de las precipitaciones y aumentar el riesgo de inundaciones y contaminación del agua.

El aumento de la temperatura no es la única causa de la aridez del suelo; la explotación del medio ambiente, la deforestación y la



pérdida de biodiversidad también son factores importantes que contribuyen a ello.

Las temperaturas más altas también pueden facilitar la introducción de nuevos patógenos, vectores o huéspedes que resulten en una mayor necesidad de pesticidas y fertilizantes en la agricultura. Estas sustancias tóxicas se acumulan en la cadena alimentaria, contaminan los recursos hídricos subterráneos y podrían propagarse fácilmente por el aire. Esto podría aumentar significativamente la exposición humana a patógenos y productos químicos en la agricultura e incluso en las regiones templadas.

Si bien estudios previos han destacado el papel de los patógenos virales como una amenaza importante de provocar enfermedades infecciosas emergentes, en el estudio anteriormente comentado de Jones KE et al., se encontró que la mayoría de los patógenos involucrados en este tipo de eventos estaban representados por cepas bacterianas resistentes a antibióticos o Rickettsiales (54,3%), representando los virus o agentes priónicos un 25,4%. Esto refleja la importancia de la resistencia a los antimicrobianos para la salud global.

Tal es la importancia del impacto de las enfermedades infecciosas emergentes que la OMS ha publicado, el pasado 4 de septiembre, un marco mundial para ayudar a los Estados Miembros a investigar exhaustivamente los orígenes de los patógenos nuevos y reemergentes, siendo el primer enfoque unificado y estructurado que proporciona orientaciones exhaustivas sobre los estudios que se necesitan para investigar los orígenes de patógenos emergentes y reemergentes. El comunicado de prensa realizado para dicha presentación afirma: "Como

demuestran cada brote y cada pandemia, la salud humana y animal se ve amenazada por el riesgo cada vez mayor de aparición de patógenos conocidos (como los virus del Ébola, de Nipah, de la gripe aviar, de Lassa y de la viruela símica) y nuevos con potencial epidémico y pandémico (nuevos virus de la gripe, MERS-CoV, SARS-CoV-1, SARS-CoV-2), por lo que la capacidad de prevenir y, cuando ello no sea posible, contener rápidamente los brotes e identificar sus orígenes es científica, moral y financieramente más esencial que nunca". Además, ofrece recomendaciones sobre las capacidades y herramientas necesarias para llevar a cabo estas investigaciones, incluyendo los recursos humanos necesarios y los sistemas de vigilancia humana, animal y ambiental.

El microbioma humano y su implicación en la salud

La microbiota es el conjunto de microorganismos residentes en un nicho ecológico determinado. Está formado por virus, bacterias, arqueas, hongos y otros organismos eucariotas (como protozoos), siendo las bacterias el grupo de microorganismos más numeroso. El término microbioma engloba, tanto al conjunto de microorganismos presentes en un entorno específico, que interactúan entre sí, como sus genomas, distintos metabolitos derivados y las condiciones del ambiente específico en el que se encuentran.

Cuando el entorno en el que se encuentra esta comunidad de microorganismos es el cuerpo humano, hablamos del microbioma humano. En cada una de las diferentes localizaciones de nuestro

organismo podemos encontrar ecosistemas de microorganismos complejos y diferentes. El más complejo, diverso y numeroso es el asociado al aparato digestivo, particularmente en el ciego, donde la densidad de microorganismos es la mayor que hay en nuestro organismo y está compuesto principalmente por bacterias anaerobias estrictas.

Inicialmente y durante varios años, se hablaba de un ratio 10:1 entre el número de células bacterianas presentes en nuestro organismo frente al número de células humanas. Sin embargo, estudios recientes, han demostrado que el ratio es aproximadamente 1:1, concentrándose en su mayoría en el colon, como hemos mencionado previamente, donde se ha calculado que el volumen de bacterias es de unas 10^{11} bacterias/gramo.

Estas comunidades tienen un comportamiento simbiótico y mutualista con las células eucariotas humanas, son imprescindibles para el correcto funcionamiento de nuestro organismo, mantienen un importante diálogo con el sistema inmune y tienen funciones homeostáticas. Por su enorme capacidad metabólica, se ha considerado a la microbiota como un "órgano" imprescindible para la vida y con influencia en la salud y la enfermedad.

Numerosas evidencias científicas han implicado al microbioma intestinal y su potencial metabólico en diversos estados patológicos en los últimos años, originando nuevas estrategias terapéuticas para controlar y regular este ecosistema. Entre estos nuevos enfoques se encuentra la transferencia de microbiota fecal, con una popularidad creciente dado su éxito en el tratamiento de la diarrea recurrente causada por *Clostridium difficile*.

En una persona adulta, el tracto gastrointestinal puede albergar entre 500 y 1.000 especies de microorganismos, siendo las bacterias de los filos Bacteroidota ($\approx 25\%$) y Firmicutes ($\approx 60\%$) los mayoritarios. En menor proporción se detectan Proteobacteria, Verrucomicrobia, Fusobacteria, Cyanobacteria, Actinobacteria y Spirochaetes, las arqueas, los hongos, los protozoos, los virus y otros microorganismos. También es importante mantener las proporciones equilibradas, y por ello se ha establecido la ratio Firmicutes/Bacteroidota como un parámetro para evaluar el equilibrio de la microbiota intestinal y su funcionalidad. En los obesos esta ratio está muy alterada por el aumento de los Firmicutes. El aumento de Firmicutes también se ha descrito en ancianos de forma fisiológica como consecuencia de la edad.

Nuestra microbiota se encuentra en un equilibrio dinámico, experimenta cambios como consecuencia de la influencia de múltiples factores, de un modo similar

ración del estado inicial cuando cesa la alteración), recuperando inmediatamente su estado natural, en equilibrio, conocido como eubiosis. El nivel de estos cambios viene definido no solo por la naturaleza, la fuerza y la duración de la alteración, sino también por la composición y la estabilidad de cada microbiota, asumiendo que cada una es única para cada persona.

En algunas ocasiones, la naturaleza de la alteración es tan fuerte que se produce un estado de disbiosis, alteración en la composición y/o funciones de los microorganismos que forman parte de la microbiota, caracterizada por una menor diversidad, observando una dominancia de un taxón concreto ($>30\%$), un menor número de microorganismos comensales y mayor presencia de microorganismos patógenos. Y es este escenario de disbiosis el que se ha relacionado con distintos estados patológicos y en el que los patobiontes pueden jugar un papel crucial en la enfer-

“ Teniendo en cuenta la importancia de la microbiota sobre la salud humana y el efecto de los factores ambientales y la dieta sobre su equilibrio, podemos considerar que la salud ambiental está vinculada con la salud de nuestra microbiota y, por tanto, con la del individuo ”

a los que experimenta cualquier órgano de nuestro cuerpo a lo largo de la vida. Continuamente estamos expuestos a factores que pueden influir, aunque una de sus características es su gran capacidad de resiliencia (capacidad de adaptación frente a un agente perturbador o una situación adversa, con posterior recupe-

medad. Los patobiontes son microorganismos comensales habituales de la microbiota humana que en un estado de equilibrio tienen funciones beneficiosas para nuestro organismo, pero son potencialmente patógenos en condiciones de un ecosistema alterado, es decir, cuando se produce una disbiosis.

Investigación en microbioma

Se considera tal la importancia del papel que juega este ecosistema microbiano, que durante los últimos años, dos grandes proyectos están llevando a cabo la tarea de descifrar la estructura y funcionalidad de la microbiota humana, así como su relación con estados de enfermedad: el Proyecto MetaHIT (Metagenomics of the Human Intestinal Tract), financiado por la Unión Europea, y el Human Microbiome Project (HMP), subvencionado por el National Institute of Health (NIH) de Estados Unidos.

El Proyecto MetaHIT, fue un proyecto financiado por la Comisión Europea bajo su séptimo programa marco entre 2008 y 2012, con un presupuesto general de 21.355.988,85 €. Su principal objetivo era establecer correlaciones entre los genes de la microbiota intestinal humana y la salud (o las enfermedades) del huésped de dicha microbiota. Para ello, los investigadores se han centrado en dos enfermedades con una incidencia creciente en Europa: la enfermedad inflamatoria intestinal (EII) y la obesidad.

El HMP, subvencionado por el Fondo Común del NIH desde 2007 hasta 2016, se creó con la misión general de generar recursos que permitan una caracterización integral de la microbiota humana y así mejorar nuestra comprensión de cómo el microbioma afecta en la salud y la enfermedad humanas. Se desarrolló en dos fases. La fase inicial del proyecto, HMP1, establecida en 2008, se centró en el desarrollo de conjuntos de datos de secuencias de ADN y herramientas computacionales para caracterizar el microbioma en adultos sanos y en personas con enfermedades específicas asociadas al microbioma. Incluía los siguientes objetivos:



- Desarrollar un conjunto de referencia de secuencias de genomas microbianos y realizar la caracterización preliminar del microbioma humano.
- Explorar la relación entre la enfermedad y los cambios en el microbioma humano.
- Desarrollar nuevas tecnologías y herramientas para el análisis computacional, estableciendo un repositorio de recursos.
- Estudiar las implicaciones éticas, legales y sociales de la investigación sobre el microbioma humano.

Para ellos se caracterizó el perfil completo del microbioma de más de 300 individuos sanos, incluyendo varias localizaciones anatómicas: fosas nasales, cavidad oral, piel, tracto gastrointestinal y tracto urogenital.

En la segunda fase, el iHMP (Integrative Human Microbiome Project), establecida en 2014, el objetivo era crear conjuntos de datos longitudinales integrados tanto del microbioma como del huésped a partir de tres estudios de cohorte diferentes de afecciones asociadas al microbioma utilizando múltiples tecnologías ómicas. Cada uno de estos grupos de estudio se ha dedicado a proporcionar nuevas herramientas computacionales y perspectivas moleculares integradoras sobre la actividad microbiana durante la disbiosis. Como resultado de la creación de estos recursos de datos multiómicos, el iHMP ha abierto nuevas oportunidades para la integración de datos en el microbioma humano. Los estudios en los que se enfocó fueron:

► Embarazo y parto prematuro. Con el objetivo de una mejor comprensión de cómo el microbioma y los perfiles del huésped cambian durante el embarazo e

influyen en el establecimiento del microbioma en los neonatos.

► Enfermedad inflamatoria intestinal. Esfuerzo multiinstitucional para comprender cómo cambia el microbioma intestinal humano con el tiempo en adultos y niños con EII.

► Diabetes tipo 2. La diabetes mellitus tipo 2 es un problema de salud. Este proyecto pretende comprender sistemáticamente la diabetes y su etiología.

El proyecto HMP representa el conjunto de datos de secuencias de metagenomas más grande del mundo de una cohorte humana, es el único conjunto de datos completo del mundo sobre la composición de las comunidades bacterianas, fúngicas, virales y protistas de una cohorte humana, y se trata de un conjunto de datos integrados de perfiles metagenómicos, de transcripción, de proteínas y de metabolitos tanto del microbioma como del huésped en múltiples cohortes humanas.

A raíz de estos grandes proyectos, en octubre de 2019, durante la 14ª Conferencia Internacional sobre Genómica, se lanzó oficialmente el proyecto MMHP (Million Microbiomes from Humans Project). Científicos de China, Suecia, Dinamarca, Francia y Letonia acordaron colaborar en un proyecto metagenómico microbiano a gran escala, con el objetivo de secuenciar y analizar un millón de muestras del intestino, la boca, la piel, el tracto reproductivo y otros órganos en los siguientes tres a cinco años para construir un mapa del microbioma del cuerpo humano y crear la base de datos del microbioma humano más grande del mundo. Se habían marcado como objetivo tener un mapa preliminar basado en aproximadamente 100.000 muestras para 2021, que se vio ralentizado debido a la pandemia COVID-19.

En el 33º Congreso Europeo de Microbiología Clínica y Enfermedades Infecciosas (ESCMID, European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases), que tuvo lugar en Copenhague en abril de 2023, actualizaron la situación del proyecto, contando con la participación de 21 instituciones en toda Europa y un total de casi 57.000 muestras secuenciadas, en su mayoría muestras de heces.

Relación entre el microbioma humano y el ambiente

Además de los factores genéticos, hay varios factores que influyen en la composición de la microbiota, entre ellos se encuentran factores ambientales relacionados con el entorno del individuo, como el lugar de residencia (zonas urbanas o rurales), la contaminación, el contacto con animales; los hábitos de vida, como el consumo de tabaco y de bebidas alcohólicas, la actividad física que se realiza; la exposición a fármacos; el estrés, entre otros; siendo los factores más relacionados con su diversidad, la alimentación y la actividad física.

Además, hay que tener en cuenta que el ambiente es una fuente de potenciales patógenos, bien sea a través de partículas o fómites en el aire o indirectamente a través de alimentos, agua o vectores.

Teniendo en cuenta la importancia de la microbiota sobre la salud humana y el efecto de los factores ambientales y la dieta sobre su equilibrio, podemos considerar que la salud ambiental está vinculada con la salud de nuestra microbiota y, por tanto, con la del individuo.

Bibliografía

1. "Los bosques y la aparición de nuevas enfermedades infecciosas en los seres humanos". B.A. Wilcox y B. Ellis Centro para la Ecología de las Enfermedades Infecciosas del Instituto para la Medicina Tropical y las Enfermedades Infecciosas de Asia y el Pacífico, Universidad de Hawaii en Manoa (Estados Unidos).
2. "Soil microbiomes and one health". Samiran Banerjee¹ and Marcel G. A. van der Heijden^{2,3}. Nature reviews. Microbiology. www.nature.com/nrmicro. ¹Department of Microbiological Sciences, North Dakota State University, Fargo, ND, USA. ²Plant-Soil Interactions Group, Agroscope, Zurich, Switzerland. ³Department of Plant and Microbial Biology, University of Zurich, Zurich, Switzerland.
3. "Soil structure and microbiome functions in agroecosystems" Martin Hartmann & Johan Six Sustainable Agroecosystems, Institute of Agricultural Sciences, Department of Environmental Systems Science, ETH Zurich, Zurich, Switzerland.
4. Alkorta Calvo I & C Garbisu Crespo. 2023. Mensajeras ocultas del apocalipsis. Las bacterias multirresistentes a los antibióticos. Uno Ed. ISBN: 978-84-19668-70-7
5. Butkus, Ben. (2023.04.17). Powered by MGI Tech, 'Million Microbiomes' Project Back on Track After COVID Slowdown. Genomeweb. <https://www.genomeweb.com/>
6. Chen, K.-T. Emerging Infectious Diseases and One Health: Implication for Public Health. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 9081. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159081>
7. Comisión Europea. Sobre las alertas alimentarias registradas en Europa. RASFF 2023, Anual report. https://food.ec.europa.eu/document/download/911d49f2-b3ef-4752-8ea3-5f20dbbe9945_en?filename=acn_annual-report_2023.pdf y de la Comisión Europea <https://ec.europa.eu/newsroom/sante/items/847722/en>
8. CORDIS - Resultados de investigaciones de la UE. Metagenomics of the Human Intestinal Tract (<https://cordis.europa.eu/project/id/201052/es>). Último acceso el 22/10/2024.
9. Del Campo-Moreno R, Alarcón-Cavero T, D'Auria G, Delgado-Palacio S, Ferrer-Martínez M. Revisión Microbiota en la salud humana: técnicas de caracterización y transferencia. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2018;36(4):241-245.
10. EFSA, autoridad europea de seguridad alimentaria sobre resistencia antimicrobiana. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/antimicrobial-resistance>
11. ELIKA. Las micotoxinas en alimentos y piensos editado por ELIKA-Agencia Vasca de Seguridad Alimentaria, 2018. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/05/Articulo-micotoxinas-alimentos-2018.pdf>
12. Gebrayel P, Nicco C, Al Khodor S, Bilinski J, Caselli E, Comelli EM, Egert M, Giaroni C, Karpinski TM, Loniewski I, Mulak A, Reygnier J, Samczuk P, Serino M, Sikora M, Terranegra A, Ufnal M, Villeger R, Pichon C, Konturek P, Edeas M. Microbiota medicine: towards clinical revolution. J Transl Med. 2022 Mar 7;20(1):111. doi: 10.1186/s12967-022-03296-9. PMID: 35255932; PMCID: PMC8900094.
13. Human Microbiome Project (<https://hmpdacc.org/>). Último acceso el 22/10/2024.
14. Jauregi, L.; Epelde, L.; Alkorta, I. & Garbisu, C. (2021) - Antibiotic resistance in agricultural soil and crops associated to the application of cow manure-derived amendments from conventional and organic livestock farms. Frontiers in Veterinary Science, vol. 8, art. 153. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.633858>
15. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P. Global trends in emerging infectious diseases. Nature. 2008 Feb 21;451(7181):990-3. doi: 10.1038/nature06536. PMID: 18288193; PMCID: PMC5960580.
16. Le Guern R, Stabler S, Gosset P, Pichavant M, Grandjean T, Faure E, Karaca Y, Faure K, Kipnis E, Dessein R. Colonization resistance against multi-drug-resistant bacteria: a narrative review. J Hosp Infect. 2021 Dec; 118:48-58. doi: 10.1016/j.jhin.2021.09.001. Epub 2021 Sep 4. PMID: 34492304.
17. Million Microbiomes from Human Project (MMHP) (<https://db.cngb.org/mmhp/>). Último acceso el 22/10/2024.
18. Nadeu, E., van Dijk, R., Hiller, N. 2023. The Soil Microbiome: its contribution to soil health and One Health. Institute for European Environmental Policy, Brussels.
19. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2024. "Exploring Linkages Between Soil Health and Human Health". Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/27459>.
20. Olofsson LE, Bäckhed F. The Metabolic Role and Therapeutic Potential of the Microbiome. Endocr Rev. 2022 Sep 26;43(5):907-926. doi: 10.1210/edrv/bnac004. PMID: 35094076; PMCID: PMC9512151.
21. OMS. (2024/Sep/4). La OMS presenta un marco mundial para comprender los orígenes de los patógenos nuevos o reemergentes. [Comunicado de prensa]. <https://www.who.int/es/news/item/04-09-2024-who-launches-global-framework-for-understanding-the-origins-of-new-or-re-emerging-pathogens>
22. OMS. Sobre la contaminación de los alimentos y piensos por los productos fitosanitarios usados en agricultura. Informe de 15 de septiembre de 2022. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
23. Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. Int J Occup Environ Med. 2017 Jan;8(1):7-20. doi: 10.15171/ijoem.2017.963. PMID: 28051192; PMCID: PMC6679631.
24. Sebastián-Domingo Juan-J., Sánchez-Sánchez Clara. De la flora intestinal al microbioma. Rev. esp. enferm. dig. [Internet]. 2018 Ene [citado 2024 Oct 23] ; 110(1): 51-56. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-01082018000100009&lng=es. <https://dx.doi.org/10.17235/reed.2017.4947/2017>.
25. The Lancet Microbe. Climate change: fires, floods, and infectious diseases. Lancet Microbe. 2021 Sep;2(9): e415. doi: 10.1016/S2666-5247(21)00220-2. Epub 2021 Sep 1. PMID: 35544145.
26. Urra, J.; Alkorta, I. & Garbisu, C. (2019) - Potential benefits and risks for soil health derived from the use of organic amendments in agriculture. Agronomy, vol. 9, n. 9, art. 542. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090542>.
27. World Health Organization. A Brief Guide to Emerging Infectious Diseases and Zoonosis; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2014.

40 nuevos especialistas en seguridad alimentaria se gradúan en la XXI edición del Máster del Colegio de Veterinarios de Madrid

Esta formación, referente en el sector agroalimentario, vuelve a destacar por su alta empleabilidad, orientación práctica y excelencia académica



El secretario del Colegio, Lázaro López, y en la mesa Lydia Calleja, Emma Sánchez, Felipe Vilas, Paloma Cervera y Manuela Fernández.

El Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid (COLVEMA) celebró el pasado 25 de junio el acto de graduación de la XXI edición del Máster en Seguridad Alimentaria (MSA), un evento marcado por la emoción, el reconocimiento al esfuerzo de los alumnos y la valoración unánime del programa como la formación más acreditada del sector agroalimentario.

Durante la ceremonia, en la que se graduaron **40 nuevos alumnos**, intervinieron representantes institucionales y docentes, quienes coincidieron en subrayar **el papel esencial de la seguridad alimentaria en la salud pública y la creciente demanda de expertos**

altamente cualificados en este ámbito.

El presidente de COLVEMA, **Felipe Vilas**, felicitó a los nuevos titulados y agradeció la implicación de las más de 50 empresas colaboradoras, así como del equipo docente, integrado por 140 profesionales —el 70% procedente del mundo empresarial—. Vilas destacó además que esta edición ha alcanzado la nota media de valoración más alta hasta la fecha: 8,3 en el global del máster, 8,9 para los tutores profesionales y 9,7 para el profesorado académico. **“Presumid de este máster,**

porque es el mejor en su especialidad”, concluyó.

La vicedecana de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Alfonso X el Sabio, **Lydia Calleja Bueno**, subrayó la sintonía entre el máster y los valores de la UAX, como el **enfoque práctico**, la colaboración con la industria y el modelo de aprendizaje basado en la co-creación. Por su parte, **Manuela Fernández**, vicedecana de Posgrado de la Universidad Complutense de Madrid, destacó la importancia de la seguridad alimentaria en la salud pública y animó a los recién graduados a seguir formándose.



La alumna Lucía Lazaro con Emma Sánchez y Felipe Vilas.

Un master académico y humano

Desde la Administración, **Emma Sánchez**, subdirectora general de Seguridad Alimentaria y Sanidad Ambiental de la Comunidad de Madrid, recalcó que el sector alimentario demanda cada vez más perfiles especializados y animó a los alumnos a valorar también su

desarrollo profesional en la Administración. En esa misma línea, **Paloma Cervera**, subdirectora general de Control Oficial y Alertas de la AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición), les instó a mantener los vínculos creados durante el curso y valoró la “actitud participativa y entusiasta” de los alumnos desde el inicio.

En nombre del alumnado, **Adrián Franco** agradeció la cercanía, disponibilidad y compromiso del claustro. “Este es un **master académico y humano**. Los alimentos no solo nutren, también conectan y cuentan historias. Nuestra labor no siempre se ve, pero se nota”, afirmó.

El Máster en Seguridad Alimentaria de COLVEMA, cuya 22ª edición ya ha abierto el plazo de inscripción, es una formación 100% presencial, con 870 horas lectivas estructuradas en 19 módulos, más 380 horas de prácticas en empresas líderes como Danone, Mercadona, Calidad Pascual, La Finca, El Corte Inglés o el Basque Culinary Center.

Con una **tasa de empleabilidad superior al 80%**, está dirigido a titulados universitarios del ámbito científico-sanitario que deseen desarrollar su carrera profesional en la industria alimentaria o en la administración pública.

Más información sobre el máster y su nuevo periodo de inscripción en: www.masterenseguridadalimentaria.com.



Foto de familia de la XXI edición del Master en Seguridad Alimentaria.



Propietarios de animales apoyaron la manifestación de "Veterinarios y Familias por la salud animal, la salud pública y el reconocimiento de la profesión", que tuvo lugar el 8 de junio, de Cibeles a Atocha.

Miles de veterinarios y familias se movilizan en toda España por la salud animal, la salud pública y el reconocimiento de la profesión

El pasado 7 y 8 de junio veterinarios de toda España y de todos los sectores, acompañados de miles de propietarios de animales, salieron a las calles para exigir un cambio en la legislación del medicamento que afecta de manera injusta al ejercicio de la medicina veterinaria. La convocatoria fue un rotundo éxito, con una especial mención a la masiva movilización registrada en Madrid, donde los organizadores estiman una asistencia de cerca de 7.000 personas.

Bajo el lema "**Veterinarios y familias, unidos por el bienestar**

animal y la salud pública", las concentraciones se han desarrollado en 38 ciudades, incluyendo Madrid, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Santiago, Las Palmas o Bilbao. Además,

Las movilizaciones fueron convocadas por plataformas y asociaciones veterinarias en respuesta al **Real Decreto 666/2023** y al sistema **PRESVET**, normativas que imponen trabas administrativas, limitaciones clínicas y sanciones desproporcionadas a los profesionales sanitarios responsables de la salud de los animales.

Durante las concentraciones se leyó un manifiesto donde se denuncian las consecuencias reales de esta normativa:

- Dificulta la atención inmediata a los animales.
- Genera sobrantes peligrosos y fomenta la automedicación.
- Obliga a seguir tratamientos obsoletos y desajustados.
- Imposibilita al veterinario suministrar medicamentos en sus clínicas.
- Penaliza la prevención con un **IVA del 21%** y castiga errores

administrativos con sanciones de hasta **1,2 millones de euros**.

El manifiesto también subrayó el compromiso de la profesión con la sociedad, al amparo de su lema histórico: “**Hygia pecoris, salus populi**” —la salud de los animales es la salud del pueblo—. Porque la salud pública empieza por cuidar la salud de los animales.

“ El colectivo reclama la derogación del RD 666/2023 y del sistema PRESVET. La libertad de prescripción y suministro con base en el criterio clínico y la evidencia científica y, sobre todo, ser escuchados antes de legislar sobre su trabajo. ”

Los veterinarios reclaman:

La derogación del RD 666/2023 y del sistema PRESVET. La libertad de prescripción y suministro con



base en el **criterio clínico y la evidencia científica**.

Un IVA reducido para un servicio esencial.

Y, sobre todo, **ser escuchados antes de legislar sobre su trabajo**.

Apoyo total de los propietarios de animales

Desde el colectivo profesional se ha agradecido el respaldo ciudadano, especialmente de las familias con animales, cuya presencia ha sido masiva y muy emotiva en muchas localidades. “**El apoyo de los propietarios de mascos-**

tas ha sido total. La ciudadanía ha comprendido que no se trata solo de una reivindicación profesional, sino de una causa que afecta directamente al bienestar de sus animales y a su propio derecho a una atención sanitaria veterinaria fundamentada en criterios clínicos”, remarcan desde el Comité de Crisis Veterinario.

El movimiento veterinario está dando pasos históricos en estos últimos meses. La profesión veterinaria continuará movilizándose sin descanso hasta que sus derechos y reivindicaciones como sanitarios sean reconocidos y respetados.



El presidente de COLVEMA, Felipe Vilas, en su intervención al final de la manifestación.



La colegiada Diana Ródenas durante la lectura del manifiesto veterinario en el Ministerio de Sanidad.

MANIFIESTO VETERINARIO

7 y 8 de junio de 2025

Hoy, los facultativos veterinarios de toda España nos unimos una vez más para alzar la voz. Lo hacemos por quienes no pueden hablar: **los animales**, por las familias que los cuidan y los aman, por la salud pública que protegemos cada día, y por la dignidad de una profesión esencial que está siendo injustamente atacada.

El **Real Decreto 666/2023** y el sistema **PRESVET** ha impuesto a todos cuantos ejercemos la medicina veterinaria una normativa injusta, desproporcionada, burocrática y ajena a la realidad.

Pero en España, **nos criminalizan y nos atan las manos:**

- Nos obligan a seguir tratamientos basados en productos cuyas fichas técnicas están desactualizadas, aunque sepamos que hay mejores tratamientos.
- Nos impiden ajustar las dosis a las necesidades del animal.
- Nos limitan la prescripción de antibióticos, retrasan los tratamientos y obligan a los propietarios a recorrer farmacias, donde muchas veces no encuentran el medicamento necesario.
- Generan **sobrantes de medicamentos** que favorecen la automedicación y aumentan los riesgos para la salud animal y humana.
- Imponen cargas burocráticas inútiles como PRESVET, que no mejoran la lucha contra las resistencias antimicrobianas, sino que **alejan a los veterinarios de sus pacientes**.
- Castigan a los facultativos con sanciones desproporcionadas, que pueden llegar hasta 1,2 millones de euros, por simples errores administrativos.
- **Y nos discriminan con un IVA del 21% que encarece los tratamientos que protegen la salud pública de la comunidad, penalizando a los tutores que más cuidan y previenen la sanidad y la salud de sus mascotas.**

Hoy, más que nunca, pedimos el apoyo de toda la ciudadanía. Porque **esta lucha también es vuestra:**

- Porque la salud de vuestros animales está en juego.
- Porque un veterinario sin libertad no puede proteger y cuidar a su paciente.
- Porque la salud de todos empieza por la salud de los animales.

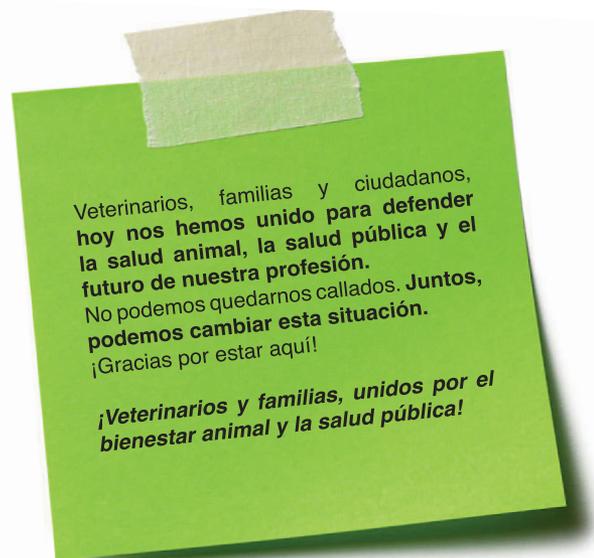
Una normativa que **pone en grave riesgo la salud pública, impidiendo la adecuada atención veterinaria de la salud animal, favoreciendo la aparición de resistencias y poniendo en peligro la continuidad de nuestra profesión.**

En otros países europeos, los veterinarios pueden ejercer con libertad, ajustando tratamientos a cada paciente, suministrando los medicamentos necesarios y tomando decisiones basadas en la evidencia científica y el criterio clínico.

Esta situación está provocando un **abandono creciente de la profesión veterinaria**. Muchos compañeros y compañeras están pensando en dejar su trabajo porque no pueden más.

Por eso, hoy **exigimos:**

- La **derogación inmediata del RD 666/2023** y del sistema PRESVET.
- Poder **suministrar los medicamentos** en nuestras clínicas a los animales que están bajo nuestro cuidado, hasta que se complete su tratamiento.
- **Flexibilidad real en la prescripción**, basada en la evidencia científica y el criterio clínico.
- Reducir el **IVA veterinario al 10%**, como corresponde a un servicio esencial.
- Y, sobre todo, **que se escuche a los veterinarios**. Que se respete nuestra voz como profesionales sanitarios, responsables de la salud animal, la salud pública y el bienestar animal y de la sociedad.



BASTA YA



El grupo parlamentario socialista se compromete a impulsar una mesa de diálogo sobre el medicamento veterinario

El grupo parlamentario socialista manifestó en sede parlamentaria en un encuentro con presidentes de colegios veterinarios su disposición a crear una mesa de diálogo del colectivo veterinario con el Ministerio de Agricultura y el de Sanidad para buscar un acuerdo sobre las reivindicaciones del sector.

De este modo, se abre la posibilidad de una búsqueda efectiva de soluciones a través de una propuesta de PNL en la que se contempla, entre otras cosas, las siguientes acciones concretas:

- Impulsar el diálogo entre el Ministerio de Sanidad y Agricultura con el sector veterinario para articular la necesaria revisión y eventual introducción de los cambios pertinentes en la regulación vigente.
- Fomentar el reconocimiento del papel clave del veterinario en Salud Pública.
- Y reconocer el compromiso de los veterinarios en la lucha contra las resistencias antimicrobianas.

Este compromiso fue una de las principales conclusiones de la reunión mantenida esta mañana entre el grupo socialista, liderado por Montse Mínguez (Secretaria General del Grupo Parlamentario Socialista - GPS - en el Congreso), acompañada de otros diputados de las comisiones de Agricultura, Sanidad y Derechos de los Animales, con varios presidentes de Colegios de Veterinarios (en concreto, Miquel Molins, por Lérida; Alvaro Mateos, Bizkaia; José



Representantes del grupo socialista con Felipe Vilas, presidente del Colegio de Veterinarios de Madrid; Alvaro Mateos, por Bizkaia; Miquel Molins, por Lérida y José Ramón Caballero, por Ciudad Real.

Ramón Caballero, Ciudad Real; y Felipe Vilas, Madrid).

Los portavoces veterinarios han transmitido todas las reivindicaciones que preocupan a estos profesionales sanitarios, en relación a los RD 666/2023 y 1/2015.

Esta reunión tuvo lugar el pasado 12 de junio en sede parlamentaria, y se fraguó tras la manifestación en el Congreso del pasado 8 de mayo.

500.000 firmas para cambiar la normativa

La asamblea general de presidentes de la Organización Colegial Veterinaria (OCV) valoró el pasado 14 de junio la actual situación derivada de la aplicación del Real Decreto 666/2023 y fue informada sobre el propósito de promo-

ver una iniciativa legislativa popular (ILP), que exige presentar 500.000 firmas ante el Congreso de los Diputados para modificar la citada normativa.

Para hacer realidad esta intención, la OCV cuenta con el asesoramiento de un bufete de abogados especializado en la materia, que ya está dando los primeros pasos al respecto. El procedimiento de recogida de rúbricas con este fin concreto está muy definido para tener plena validez legal, ya que debe presentarse ante la Mesa del Congreso, y podrá estar habilitado en el mes de

En este sentido, dado que en España hay más de 9 millones de perros y unos 5,8 millones de gatos, se considera factible llegar a esa cifra de firmas, en una recogida en la que las clínicas veterinarias desempeñarían una labor esencial.



El Congreso da un primer paso para que los veterinarios puedan ceder en consulta los medicamentos necesarios para tratar a un animal

La Comisión de Sanidad del Congreso de los Diputados aprobó una enmienda transaccional presentada por ERC y PSOE que establece que el veterinario podrá ceder durante el acto clínico, al titular o responsable de animales de compañía, el número de unidades de medicamentos comercializados en envases fraccionables necesarios para completar el tratamiento.

La iniciativa obtuvo 19 votos a favor del PSOE, Sumar, ERC, Bildu, PNV y Podemos; 17 votos en contra de PP y Vox y una abstención de Junts. Se trata de un primer paso como respuesta a las reivindicaciones que venimos proponiendo, aunque todavía

queda bastante recorrido parlamentario antes de que la medida adquiera rango legal. Es un avance, pero debemos seguir trabajando y luchando para alcanzar los objetivos que nos hemos propuesto.

Simplificar procedimientos

Además, se emplaza a Agricultura a simplificar los procedimientos establecidos en el Real Decreto 666/2023 por el que se regula la distribución, prescripción, dispensación y uso de medicamentos veterinarios con el objetivo de facilitar la transmisión electrónica de las prescripciones

de antibióticos y, en particular, lo referente a los porcentajes de envase utilizados y los plazos de envío.

“ La iniciativa mantiene la petición de que el Ministerio de Sanidad y el de Agricultura, Pesca y Alimentación dialogue con el sector veterinario en un plazo de seis meses a partir de la aprobación de la Ley. ”

A su vez, se indica que los medicamentos de "Categoría B: uso restringido en todos los animales" serán usados cuando no se disponga de antibióticos en una categoría inferior que pudiera ser efectivo. No obstante, se podrán utilizar en el caso de animales de difícil manejo o que vivan en zonas de difícil acceso.

En este sentido, la enmienda puntualiza que su uso se basará siempre que sea posible en la interpretación técnica por parte del veterinario de la información aportada por la identificación etiológica del agente patógeno y su sensibilidad al antibiótico o cualquier otra prueba diagnóstica equivalente reciente.

Por otro lado, la iniciativa mantiene la petición de ERC de que el Ministerio de Sanidad y el de Agricultura, Pesca y Alimentación dialogue con el sector veterinario en un plazo de seis meses a partir de la aprobación de la Ley.

Inaugurada en la Facultad de Veterinaria de la UCM la nueva sala polivalente de la biblioteca, fruto de la colaboración con la Cátedra Extraordinaria COLVEMA en su compromiso con la mejora de la vida universitaria

El pasado lunes 7 de abril tuvo lugar en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid el acto de presentación de la nueva **Sala Polivalente de la Biblioteca**, un espacio completamente renovado gracias al apoyo del **Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid (COLVEMA)** a través de la **Cátedra Extraordinaria** que ambas instituciones mantienen.

La transformación de la antigua hemeroteca en esta sala más moderna, cómoda, acogedora y versátil representa una apuesta por generar entornos más funcionales y amables para estudiantes y personal. Durante el acto, se procedió al descubrimiento de una placa con el nombre de la sala, en agradecimiento a COLVEMA, como reconocimiento a su compromiso constante con el desarrollo de la Facultad y la mejora de los espacios comunes.

La renovación de este espacio se enmarca en el conjunto de actuaciones impulsadas durante 2024 en el marco de la Cátedra Extraordinaria COLVEMA, entre las que destacan:

- La gestión de la **Oficina de Orientación Profesional**.
- Las actividades informativas sobre **salidas profesionales**.
- El patrocinio de los **actos de graduación** de los grados de la Facultad.
- La convocatoria del **Premio Vetingdoc**, dirigido a estudiantes de doctorado.
- El apoyo a iniciativas de divulgación científica como los **Cursos de Verano UCM**.



María Arias, vicedecana de investigación, transferencia y biblioteca, **Ana Pérez**, vicepresidenta de COLVEMA, **Consuelo Serres**, decana de la Facultad de Veterinaria de la UCM, **Felipe Vilas**, presidente de COLVEMA, **Paloma Forés**, vicedecana de alumnos, y **Myriam Hipólito**, directora de la biblioteca.

- Y la financiación de actividades institucionales como la **visita de evaluación EAEVE**.

Durante el acto, la Decana de la Facultad, **Consuelo Serres**, expresó su agradecimiento al Presidente de COLVEMA, **Felipe Vilas**, y a la Vicepresidenta, **Ana Pérez**, por su implicación constante en las actividades de la Cátedra y por su

compromiso con la mejora de la vida universitaria.

Con esta actuación, la Cátedra continúa cumpliendo su objetivo de fortalecer los lazos entre la Universidad y el Colegio Profesional, promoviendo la excelencia académica, el bienestar universitario y la proyección de la profesión veterinaria.



La veterinaria María Garijo, premio COLVEMA de la Real Academia de Ciencias Veterinarias

La RACVE entregó, un año más, los **Premios de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España**, un reconocimiento anual que destaca la excelencia y contribución al ámbito de la ciencia veterinaria y disciplinas relacionadas. Estos galardones buscan promover la investigación, el desarrollo científico y la innovación, además de resaltar la importancia de la veterinaria en áreas como el bienestar animal, la salud pública y la sostenibilidad.

El Ilustre **Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid (COLVEMA)** participó en la entrega del XVIII Premio "Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid" que recibió la Dra. María Magdalena Garijo Toledo, por su trabajo titulado "*Primer registro de mortalidad asociada a angiostrongylus cantonesis en primates no humanos en Europa*". El premio, de temática libre dentro del **ámbito veterinario**, permite a los investigadores presentar estudios de diversas áreas relacionadas con la Salud y Bienestar Animal, Salud Pública, Sanidad, Producción y otros campos de la Veterinaria.

En palabras de Garijo "*Es un honor para mí recibir este premio otorgado por la RACVE, n la categoría que concede COLVEMA. Es la primera vez que mi grupo de investigación presenta un trabajo a una convocatoria de premios y consideramos que es de gran importancia dar relevancia a la investigación y ponerla en valor a través de este tipo de reconocimientos para dar difusión a un importante número de trabajos que se quedan en la sombra, pero que tienen gran importancia de cara a la salud pública y animal*".



María Garijo, premio COLVEMA de la RACVE, durante su intervención.

Este prestigioso reconocimiento, dotado con 3.000 euros y diploma acreditativo, forma parte de los Premios de Investigación que anualmente convoca la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España (RACVE). **Felipe Vilas**, presidente de COLVEMA, ha destacado la relevancia del trabajo premiado, subrayando que "*la investigación de la Dra.*

Garijo Toledo aborda un tema crucial para la Salud Animal y, potencialmente, la Salud Pública. Este premio refleja nuestro compromiso continuo con la excelencia en la investigación veterinaria y el apoyo a los profesionales que dedican su esfuerzo al avance del conocimiento en beneficio de toda la sociedad", añadió Vilas.



María Garijo con el presidente de COLVEMA, Felipe Vilas.

Violencia coercitiva mediante los animales. Perspectiva veterinaria

JUAN MARÍA JOSA MUTUBERRÍA

Colegiado de COLVEMA

La relación del ser humano con los animales presenta características ambivalentes, especialmente con aquellos que comparten nuestra vida desde hace unos cuantos milenios de años. El vínculo con los animales puede ser muy positivo, que una y relacione, *the bond*, o al mismo tiempo ser el eslabón de una cadena, que sujete bajo la misma violencia víctimas humanas y animales, *the link* (Brinda Jegatheesan et al. 2020; Links Group 2022; Mota-Rojas et al. 2022) *especially, factors*

such as dysfunctional families, antisocial personality, physical, psychological, or intimate abuse, and frequent exposure to domestic aggression or animal abuse have been confirmed as factors that can predispose young people to perform acts of animal cruelty. It is important to recognize warning signs such as those identified as the McDonald triad (bedwetting, pyromania, animal cruelty.

Los profesionales veterinarios somos testigos «privilegiados»

de dichas interrelaciones y es una obligación básica de la profesión veterinaria evitar los riesgos que en el ser humano puedan asociarse a la vida animal y a la par tratar de mantener el bienestar de los animales, detectando sus alteraciones, sean estas de origen natural o humano. Tal como lo refleja la legislación («BOE» núm. 280 2003), el código deontológico de la profesión y el tradicional lema de la profesión *Higia pecoris, Salus populi* o su pretendida actualización, *One Health*.



En el caso del maltrato hacia los animales este se puede realizar de múltiples formas y por diversas motivaciones; desconocimiento, tenencia irresponsable, explotación abusiva, acaparamiento, etc., pero presenta un carácter especialmente significativo, cruel y grave, cuando ese maltrato tiene por fin un uso coercitivo, sirviendo para forzar la voluntad o la conducta de otro ser humano; coaccionando, inhibiendo u obligando.

buen bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad y si no padece sensaciones desagradables como dolor, miedo o diestrés, siendo capaz de expresar comportamientos importantes para su estado de bienestar físico y mental.

Desde otros abordajes y perspectivas como la del trabajo social, se valoran y se tratan de sistematizar estas coacciones que utilizan instrumentalmente al animal. Un

“ El abuso emocional e impedir un vínculo positivo hacia los animales no deja de ser un maltrato dirigido hacia el animal, produce un dolor emocional a los propios animales que afecta a comportamientos y el bienestar mental ”

Este aspecto coercitivo es uno de los que determinan el maltrato animal como indeseable socialmente y objeto de atención legal. Para que dicho maltrato animal sea tenido en cuenta, al menos en el ámbito penal, deben ser documentadas las lesiones por la profesión veterinaria («BOE» núm. 281 1995).

Percibir y documentar alteraciones del bienestar animal

Lo que los veterinarios podemos percibir y documentar desde nuestro paradigma son las alteraciones del bienestar del animal. El bienestar animal designa el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en que vive y muere (Organización Mundial de Sanidad Animal 2024). Un animal experimenta un

procedimiento gráfico que permite esta visualización es una adaptación de la denominada como rueda de Duluth (Pence y Paymar 1993). Dicha rueda se refiere a la violencia de género y muestra diferentes formas coercitivas de usar el poder y el control, siendo un instrumento empleado para programas de intervención psicoeducacional ampliamente difundido, también discutido (Dutton y Corvo 2006). Al hacerse patentes y nombrarse las estrategias y tácticas usadas por el abusador se puede emplear esta herramienta como un medio terapéutico. Dicha rueda ha sido adaptada a diferentes contextos y circunstancias (Wheels - Domestic Abuse Intervention Programs 2017), siendo una de ellas la que se refiere al citado abuso de los animales como eficaz recurso para la coerción sobre mujeres (Wakeham 2021a). Dicho esquema ha servido de referencia para desarrollar guías de detección de maltrato en el ámbito veterinario (Links Group 2022).

Según ese planteamiento se relacionan esas pérdidas de bienestar y el maltrato animal como un indicador de violencia hacia la mujer. En una situación coercitiva se considera que hay nueve opciones, con múltiples modos de cumplimentarse (Wakeham 2021b). Ampliando el objetivo también se puede considerar este uso instrumental del animal con relación a otros seres humanos (Riggs et al. 2021; Scott 2018), especialmente ancianos y niños.

► Muerte del animal: Matar deliberadamente a los animales para ejercer control o castigar a la pareja.

► Abuso físico del animal: Causar daño a los animales mediante acciones como dar patadas, golpear o quemar.

► Negligencia: Privar a los animales de cuidados esenciales, como alimento, agua o atención veterinaria.

► Abuso emocional sobre el animal: Intimidar o aterrorizar a los animales, generando un ambiente de miedo.

► Amenazas: Intimidar con hacer daño o matar a los animales como una forma de controlar las acciones de la pareja.

► Impedir un vínculo positivo: Impedir que la pareja interactúe con sus mascotas o busque consuelo en ellas.

► Justificar los abusos: Explicación del maltrato animal como «disciplina».

► Introduciendo nuevos animales: Trayendo nuevos animales a la casa para crear dependencia o como una forma de manipulación.

► Control de la propiedad: Afirmer derechos legales exclusivos sobre los animales.

Solo las tres primeras, cuya acción recae directamente sobre el

cuerpo del animal, parecen poder ser documentadas más fácilmente como maltrato animal por el veterinario al presentarse de forma más evidente las lesiones y, si bien exigen ciertos conocimientos específicos para reflejarla eficazmente, su valoración es cercana a nuestra labor cotidiana en la práctica clínica.

La consideración jurídica de los animales ya tiene en cuenta también las lesiones en los animales que produzcan menoscabo no solo de la salud física sino de la psíquica (Jefatura del Estado 2021). El abuso emocional e impedir un vínculo positivo hacia los animales no deja de ser un maltrato dirigido hacia el animal, produce un dolor emocional a los propios animales (McMillan 2003) que afecta a comportamientos y el bienestar mental, si bien la documentación de los mismos puede ser carente de especificidad siendo difícil de evidenciar. Este es un tipo de maltrato fácilmente ligado con el maltrato emocional hacia las personas (McMillan 2005), que originan alteraciones como el síndrome de privación en los animales que, si bien ya se consideran como una entidad clínica, no dejan de estar en una zona gris en cuanto a su especificidad y sensibilidad en relación con su correspondencia con el maltrato.

También en esta relación, paradójicamente pueden darse vínculos con el animal no inmediatamente negativos, no reseñables legalmente como un maltrato animal, pero que pueden ser empleados eficientemente como maltrato hacia otro ser humano y que en nuestra relación clínica percibimos; modos y maneras que legalmente escapan a nuestro ámbito técnico, mas no al ámbito de las profesiones sanitarias ni al ámbito humano.

Si documentar un hallazgo clínico es ya de por sí una labor técnica

“ Con relación al abuso simultáneo hacia los seres humanos el veterinario pudiera ser un agente adecuado de detección e inicial documentación de estas situaciones, si bien al trabajo social aún le queda camino para aprovechar la importancia social de este recurso ”

peculiar, que precisa dicha formación específica, aquí frecuentemente se trata de sistematizar y objetivar una relación, no sólo una

situación puntual. Los hallazgos y sospechas que constataremos tienen una validez relativa, los veterinarios clínicos no somos veteri-



BIENESTAR ANIMAL

narios forenses, incluso la figura legal del veterinario forense en España no se ha instaurado todavía de modo similar al de la medicina humana.

Los veterinarios como profesionales de la salud, tanto de la humana como la del animal, tienen por labor principal una acción preventiva, formativa/mediadora, aparte de la terapéutica o asistencial. Se trata de proporcionar a las personas vinculadas a los animales los recursos para evitar el maltrato. El diálogo, un factor humano, tal vez sea uno de los principales recursos veterinarios que más se aprecia y es una labor cotidiana que acom-

“ Los veterinarios como profesionales de la salud, tanto de la humana como la del animal, tienen por labor principal una acción preventiva, formativa/mediadora, aparte de la terapéutica o asistencial. Se trata de proporcionar a las personas vinculadas a los animales los recursos para evitar el maltrato ”

paña al resto de nuestras habituales intervenciones clínicas. Reservando la denuncia de las situaciones, rompiendo la confi-

dencialidad entre cliente y veterinario, ante un tercero sólo cuando el diálogo sea ineficaz o el riesgo que acompaña al maltrato precise una intervención por otros agentes; trabajo social, policía o de la justicia.



Los veterinarios clínicos solo podemos consignar la sospecha de daño no accidental en un animal mediante una actuación objetiva, descriptiva y sin prejuicios, sin afirmar o negar la existencia de este. Con relación al abuso simultáneo hacia los seres humanos, el veterinario pudiera ser un agente adecuado de detección e inicial documentación de estas situaciones, si bien al trabajo social (Caravaca-Llamas y Sáez-Olmos 2022) aún le queda camino para aprovechar la importancia de este

recurso y, por otra parte, el tratamiento y reconocimiento legal de nuestras comunicaciones dista de ser parecido al de las comunicaciones, igualmente complejas, de un profesional clínico de la medicina humana, lo cual condiciona nuestra respuesta y nuestra decisión para actuar ante estas situaciones (Arkow 2015).

Con el fin de mostrar y nombrar estos abusos, la Rueda del Abuso de Animales fue desarrollada utilizando las palabras y experiencias de

mujeres víctimas-supervivientes de abuso doméstico (Wakeham 2021a, 2021b). Las experiencias de maltrato no se refieren exclusivamente a los denominados animales de compañía, aunque estos son los más propicios para este tipo de abuso por estar en el entorno familiar, siendo frecuente el maltrato a diferentes animales y mediante modos concomitantes. Para ampliar su uso a otros contextos se han modificado algunos términos tal como se reseña en las notas^{1,2,3}.

¹ En el original el título de la Rueda, traducido literalmente sería: «Explotación del vínculo con los animales y las víctimas-supervivientes femeninas por parte de perpetradores masculinos», se ha modificado como «Abuso de los animales como recurso coercitivo».

² El término «Asesinato» se ha sustituido por «Muerte», pues la categoría de asesinato no incluye legalmente al animal.

³ En el documento original, en ambos casos se refiere a: «No permitir que los animales sean esterilizados», la modificación tiene por fin resaltar que el control de la reproducción animal puede emplearse coaccionando en ambos sentidos, negando u obligando a la víctima humana a esterilizar al animal.

Referencias

- Arkow, Phil. 2015. «Recognizing and responding to cases of suspected animal cruelty, abuse, and neglect: what the veterinarian needs to know». *Veterinary Medicine: Research and Reports* 2015: 349.
- «BOE» núm. 280. 2003. «Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias.»
- «BOE» núm. 281. 1995. «Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal.»
- Brinda Jegatheesan, Marie-Jose Enders-Slegers, Elizabeth Ormerod, y Paula Boyden. 2020. «Understanding the Link between Animal Cruelty and Family Violence: The Bioecological Systems Model.» *Int J Environ Res Public Health*. 17(9).
- Caravaca-Llamas, Carmen, y José Sáez-Olmos. 2022. «La Violencia Hacia Las Mascotas Como Indicador En La Violencia De Género». *Tabula Rasa* (41): 269-86.
- Dutton, Donald G., y Kenneth Corvo. 2006. «Transforming a flawed policy: A call to revive psychology and science in domestic violence research and practice». *Aggression and Violent Behavior* 11(5): 457-83.
- Jefatura del Estado. 2021. BOE-A-2021-20727 Ley 17/2021, de 15 de diciembre, de modificación del Código Civil, la Ley Hipotecaria y la Ley de Enjuiciamiento Civil, sobre el régimen jurídico de los animales. <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/12/15/17> (6 de marzo de 2022).
- Links Group. 2022. «Suspected Abuse of Animals and People: Guidance for the veterinary team.» <https://www.bva.co.uk/resources-support/ethical-guidance/recognising-abuse-in-animals-and-humans-guide/>.
- McMillan, Franklin D. 2003. «A World of Hurts—Is Pain Special?» *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223(2): 183-86.
- McMillan, Franklin D. 2005. «Emotional maltreatment in animals». En *Mental health and well-being in animals*, Ames, Iowa: Blackwell Publishing.
- Mota-Rojas, Daniel, Stefany Monsalve, Karina Lezama-García, Patricia Mora-Medina, Adriana Domínguez-Oliva, Ramiro Ramírez-Necochea, y Rita de Cassia María García. 2022. «Animal Abuse as an Indicator of Domestic Violence: One Health, One Welfare Approach». *Animals: an Open Access Journal from MDPI* 12(8): 977.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2024. «Bienestar animal: un bien vital para un mundo más sostenible». <https://doi.org/10.20506/woah.3445>.
- Pence, Ellen, y Michael Paymar. 1993. *Education Groups for Men Who Batter*. New York, NY: Springer Publishing Company.
- Riggs, Damien W., Nik Taylor, Heather Fraser, Catherine Donovan, y Tania Signal. 2021. «The Link Between Domestic Violence and Abuse and Animal Cruelty in the Intimate Relationships of People of Diverse Genders and/or Sexualities: A Binational Study». *Journal of Interpersonal Violence* 36(5-6): NP3169-95.
- Scott, Hannah S. 2018. «Extending the Duluth Model to Workplace Bullying: A Modification and Adaptation of the Workplace Power-Control Wheel». *Workplace Health & Safety* 66(9): 444-52.
- Wakeham, Mary. 2021a. «Animal Abuse as a Strategy of Coercive Control». Bristol Doctoral College, School for Policy Studies. <https://research-information.bris.ac.uk/en/studentTheses/animal-abuse-as-a-strategy-of-coercive-control>.
- Wakeham, Mary. 2021b. «Wheel-Animal Abuse as a Strategy of Coercive Control». https://www.theduluthmodel.org/wp-content/uploads/2022/03/Abuse_of_Animal_M_Wakeham_Bristol_Uni.pdf.
- «Wheels - Domestic Abuse Intervention Programs». 2017. <https://www.theduluthmodel.org/wheels/>.

Ética de la investigación en animales

FERNANDO ASENSIO RUBIO e IGNACIO ÁLVAREZ GÓMEZ DE SEGURA

Veterinarios

Resumen

La investigación clínica veterinaria es la que proporciona información de mayor calidad para el profesional veterinario. Aun así, y a diferencia de la investigación preclínica, realizada en laboratorios y centros de investigación, no está necesariamente regulada por una legislación específica que la supervise y, eventualmente la autorice. A menudo estos estudios clínicos quedan fuera de la normativa de animales de experimentación (preclínica) y o la de ensayos clínicos con medicamentos veterinarios. En estos casos se sitúan en un limbo que provoca el desamparo legal de los animales que participan en los proyectos, pero también de los propietarios o tutores de los animales, la sociedad, o el medio ambiente. Todo estudio en animales debe ser evaluado éticamente, aun cuando no sea obligatorio, por entidades públicas y/o comités de ética independientes. Ello impide aquella investigación que no cumple con los requisitos éticos, al mismo tiempo que promueve una investigación de calidad.

Los principios éticos que deben considerarse en todo estudio en animales son los de autonomía, beneficencia y no maleficencia, justicia, primacía y precaución. Todo veterinario que quiera realizar un estudio clínico con sus pacientes debe adherirse a ellos, pero al mismo tiempo debe ser consciente de la normativa existente y cumplirla.

Urge la aprobación de una legislación que atienda los derechos de los animales que intervienen en este tipo de estudios, para asegurar que se respetan los principios éticos, que prima sus intereses por encima de los de otros y que los posibles riesgos se ven suficientemente compensados por los beneficios que obtendrá el propio animal. También es necesario promover la creación de Comités de Ética en investigación clínica que faciliten la realización de estudios sólidos ética y científicamente. Mientras tanto, deben seguirse las recomendaciones o guías publicadas al respecto en el ámbito internacional y nacional. Recientemente se ha publicado una Guía -de Evaluación y Autorización- de Estudios en Animales que explica la normativa existente en España y los principios éticos básicos.

Abstract

Veterinary clinical research in animals provides the highest quality information for the veterinary professional. However, unlike preclinical research conducted in laboratories and research centres, it is not necessarily regulated by specific legislation that oversees and eventually authorizes it. Often, these clinical studies fall outside the regulations for experimental animals (preclinical) and clinical trials with veterinary medicines. These studies find themselves in a limbo that leads to the legal neglect of the animals participating in the projects, as well as the owners or guardians of the animals, society, or the environment. Every study involving animals should be ethically evaluated, even when not mandatory, by public institutions and/or independent ethics committees. This prevents research that does not meet ethical requirements while promoting quality research.

The ethical principles that should be considered in any animal study are autonomy, beneficence and non-maleficence, justice, primacy, and precaution. Any veterinarian wishing to conduct a clinical study with their patients must adhere to these principles but must also be aware of and comply with existing regulations.

There is an urgent need for the approval of legislation that addresses the rights of animals involved in such studies to ensure that ethical principles are respected, that their interests are prioritized above others, and that potential risks are sufficiently outweighed by the benefits the animals themselves will gain. It is also necessary to promote the creation of Ethics Committees in clinical research to facilitate the conduction of studies that are both ethically and scientifically sound. In the meantime, the recommendations or guidelines published internationally and nationally should be followed. Recently, an Animal Studies Guide has been published that explains the existing regulations in Spain and the basic ethical principles.

Palabras clave

Animales; investigación clínica veterinaria; comités de ética; evaluación de proyectos; bienestar animal.

Key Words

Domestic animals; veterinary clinical research; ethics committees; project evaluation; animal welfare.

Introducción

La investigación clínica veterinaria es la que puede proporcionar mayor evidencia científica sobre nuevos abordajes diagnósticos o terapéuticos, pero solo puede realizarse en un ámbito clínico, es decir, por veterinarios clínicos. Existe un gran potencial de investigación relevante para la profesión veterinaria, pero la reducida formación científica del profesional ha limitado su desarrollo. Esta circunstancia está empezando a cambiar y el avance de la investigación clínica debe apoyarse en dos pilares básicos, la evaluación ética y el diseño experimental. En este artículo, vamos a explorar los aspectos éticos que debe contemplar todo estudio en animales, y en particular los estudios clínicos.

Investigar implica entrar en un ámbito desconocido donde existe incertidumbre. Cuando se realiza en el ámbito de las ciencias biomédicas, existe un riesgo y este puede afectar a los sujetos participantes, la sociedad, o el medio ambiente. Para garantizar su protección resultan necesarios mecanismos de control que en muchos casos están regulados

legalmente. Cuando se aplican prospectivamente, se examinan las actividades propuestas de investigación antes de su inicio.

Para garantizar la protección de las personas o animales incluidos en un estudio científico, la evaluación debe considerar las implicaciones éticas, valorando los resultados previsibles y sus consecuencias, que incluyen los riesgos y posibles daños o desventajas que pueda provocar, normalmente en los sujetos de estudio. Un análisis del balance ético debe establecer que los beneficios sean muy superiores a los posibles riesgos. En general, toda investigación debe acatar los principios éticos, garantizando los derechos de los participantes y protegiendo su seguridad, dignidad y bienestar.

La investigación es esencial para el avance del conocimiento y, en muchos aspectos, el desarrollo de las ciencias de la salud requiere el empleo de modelos animales. En la actualidad, la investigación en animales no puede sustituirse completamente con métodos alternativos, por lo que su uso es imprescindible en biomedicina, pero también desempeñan un papel primordial en la

mejora de la salud y el bienestar de los animales y en la protección del medio ambiente.

La experimentación animal está estrictamente regulada en la Unión Europea (1) y, por tanto, en nuestro país (2). Tanto desde el punto de vista normativo como ético, la investigación con modelos animales requiere de revisiones exhaustivas y autorizaciones previas que garantizan que los proyectos han sido convenientemente evaluados antes de iniciarse, que cumplen con la legislación y con los principios éticos primordiales, que están justificados y son pertinentes, y que tienen suficiente calidad científica. Normalmente aquí entendemos que se emplean animales criados para la experimentación.

Cuando son mascotas o animales de explotaciones ganaderas, los ensayos clínicos de medicamentos veterinarios están igualmente reglamentados mediante una legislación específica (3)(4) (5) y deben ser autorizados previamente por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)(6), que también se encarga posteriormente de supervisar su ejecución.



“ Es imprescindible evaluar los riesgos y beneficios para asegurar que el balance es favorable y que existen indicios sólidos de que los animales participantes se pueden aprovechar directamente de los resultados. ”

Las dos normativas previas, de experimentación animal y de medicamentos veterinarios, no incluyen, o regulan de forma insuficiente, aquellos estudios clínicos que no implican el uso de medicamentos (Figura 1). Son estudios *no regulados* que se realizan en animales de compañía o de granja, con propietario o tutor responsable, es decir, entran dentro de un ámbito alegal. Incluye, por ejemplo, ensayos clínicos veterinarios con productos sanitarios, o estudios observacionales, descriptivos o retrospectivos que manejan historias clínicas, estudios epidemiológicos o salud pública. No son ensayos clínicos con medicamentos veterinarios, y normalmente no están dentro del ámbito de la normativa de experimentación animal. Por lo tanto, no están sujetos a la obligación de evaluación previa y autorización expresa por parte de la autoridad

competente. Esta carencia provoca una manifiesta indefensión de los posibles afectados y va en detrimento de la calidad de la investigación. Debe entenderse que no todo lo que no está prohibido debe estar permitido, existiendo barreras morales y éticas.

Estos estudios clínicos *no regulados* suelen realizarlos profesionales que no trabajan en centros de investigación o universidades. Generalmente, son proyectos dirigidos y ejecutados por veterinarios que trabajan en entornos clínicos o ganaderos. No están familiarizados con la normativa citada anteriormente, ni están habituados a someterse a procesos de evaluación ética ni a sistemas de evaluación independiente y, en algunos casos es difícil que puedan recibir asesoramiento científico y orientación ética. Ello hace imprescindible que existan órganos de evaluación ética acce-

sibles para todo estudio realizado en animales.

Hay que insistir en las ventajas que tiene la evaluación ética de los proyectos: proporciona a la sociedad garantía de que se impide aquella investigación que no cumple con los requisitos éticos, y normativos, y de que se promueve la investigación de buena calidad y éticamente sólida. El objetivo final es asegurar la protección de los sujetos implicados: los animales participantes, los propietarios o tutores afectados y del medio ambiente.

La “Guía de Evaluación y Autorización de Estudios en Animales” publicada en noviembre de 2023 y disponible en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (15), pretende aclarar conceptos, proporcionar herramientas que expliquen que normativa puede ser de aplicación en cada situación, así como resumir y visualizar los requisitos más relevantes en cada caso, para contribuir, en definitiva, a la protección de los animales involucrados.

La Guía incluye un glosario que aclara conceptos y unifica la terminología, y un diagrama de flujo (Figura 2). que ayuda al lector a determinar de qué tipo de estudio se trata, guiándole a través de las diferentes alternativas. Está dirigida a todos aquellos que pretendan desarrollar Estudios en Animales: veterinarios clínicos, investigadores, docentes universitarios, empresas farmacéuticas, centros de investigación, etc.

En esa misma web, se puede encontrar una infografía elaborada con la intención de ayudar en la comprensión de las circunstancias de aplicación tanto del Real Decreto 1157/2021, como del Real Decreto 53/2013 Y el Reglamento 6/2019, así como los casos en que ninguna de dichas normativas es de aplicación (16).



Figura 1. Clasificación de los Estudios Científicos en animales en función de la normativa aplicable (16). Fuente: CEPAFIC; Enlace: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/infografia30diagdeflujo-24nov23_tcm30-615875.pdf

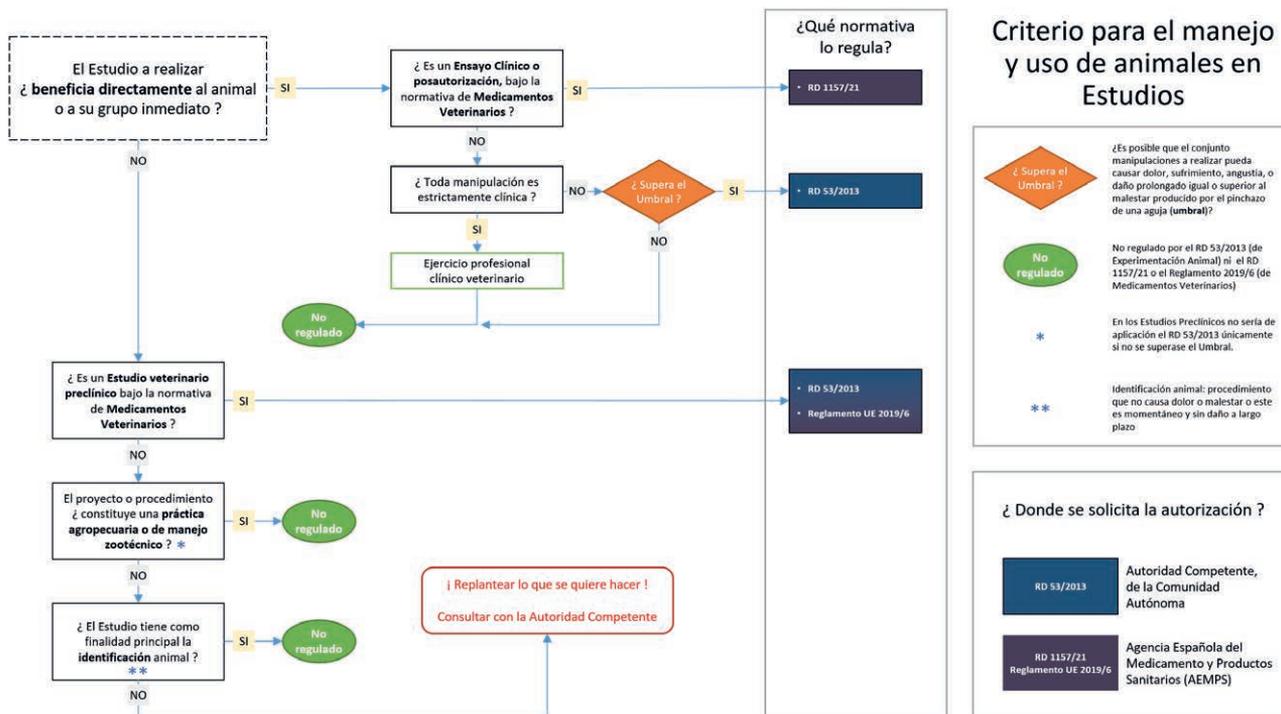


Figura 2. Diagrama de flujo de manejo y uso de animales en Estudios Científicos (16). Fuente: CEPAFIC; Enlace: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/infografia30diagdeflujo-24nov23_tcm30-615875.pdf

Principios éticos

La investigación que concierne a seres vivos sensibles debe llevarse a cabo de acuerdo con los principios éticos universalmente reconocidos de **autonomía, beneficencia y no-maleficencia, y de justicia**. En investigación con seres humanos, estos principios se sustentan en la necesidad de respetar y proteger la dignidad de las personas. También se aplican los principios fundamentales de **primacía** y de **precaución**. A continuación, se detalla su aplicación en la investigación con animales.

Autonomía

El respeto a la autonomía reconoce la capacidad de una persona para tomar decisiones y es ejercido a través del *consentimiento libre e informado*. Lógicamente, en el caso de animales esto se traslada al tutor o propietario. Aunque la investigación científica implica

incertidumbre, las personas responsables de los animales deben recibir información acerca de los posibles beneficios directos para la salud de estos y de los riesgos previsibles, que deben estar claramente compensados por los eventuales beneficios. El tutor o propietario del animal puede rechazar la autorización, o revocarla y retirarse en cualquier momento sin perjuicio para el animal, y no deberá obtener ningún beneficio por otorgar o denegar la autorización. Para que se pueda tomar una decisión responsable, la información debe incluir la descripción de:

- ▶ Los procedimientos que se van a realizar, en un lenguaje comprensible, sencillo y claro para personas sin formación médica y con cualquier nivel de estudios.
- ▶ Los objetivos que se pretenden alcanzar.
- ▶ Los riesgos y beneficios previsibles.

Principios éticos fundamentales
 Autonomía
 Beneficencia y No Maleficencia
 Justicia
 Primacía
 Precaución

Beneficencia y No-Maleficencia

Los principios de beneficencia y no maleficencia tratan de la obligación moral de maximizar los beneficios esperados y minimizar los riesgos y los perjuicios potenciales. Para preservar el principio de **beneficencia** es preceptivo:

- ▶ Comprobar la solidez del diseño y la calidad científica del proyecto de investigación.
- ▶ Acreditar que la competencia de los investigadores refrenda una protección apropiada a los animales participantes.



► Probar que existen beneficios potenciales directos para los participantes.

► Que la investigación sólo debe llevarse a cabo si los riesgos pre-
visibles son limitados en relación
a los beneficios potenciales

Es imprescindible evaluar los riesgos y beneficios para asegurar que el balance es favorable y que existen indicios sólidos de que los animales participantes se pueden aprovechar directamente de los resultados.

En contrapartida y por el principio de no-maleficencia, la investigación no está justificada si hay un riesgo alto de producir un daño grave. Si la intensidad del riesgo y/o la naturaleza del mismo son inaceptables la investigación no debe autorizarse, aunque la persona haya otorgado el consentimiento para participar en la investigación. Además, como el riesgo es inherente a la investigación,

esta solo puede llevarse a cabo si no existen métodos alternativos que permitan alcanzar los objetivos. Los riesgos pueden ser:

► Directos para los animales: físicos o psicológicos.

► Directos para las personas: privacidad, protección de datos, riesgos económicos, etc.

► Indirectos para la sociedad.

► Directos o indirectos para el medio ambiente.

Justicia

El principio de justicia, que engloba los de **imparcialidad y equidad**, plantea una distribución justa de riesgos y beneficios, también denominada "justicia distributiva". Este concepto aborda la selección de los participantes de la investigación, que deben basarse en los objetivos que se persiguen y no simplemente en la facilidad para obtener el consentimiento.

En sentido inverso, este precepto también requiere que los sujetos que probablemente pudieran beneficiarse de la investigación no sean excluidos por razones éticamente discutibles. Desde un punto de vista práctico, al aplicar el principio de justicia en la selección de los participantes se evita:

► La exclusión por discriminación, que dejaría fuera de la investigación a animales que podrían beneficiarse de la misma, por motivos diferentes a los estrictamente científicos.

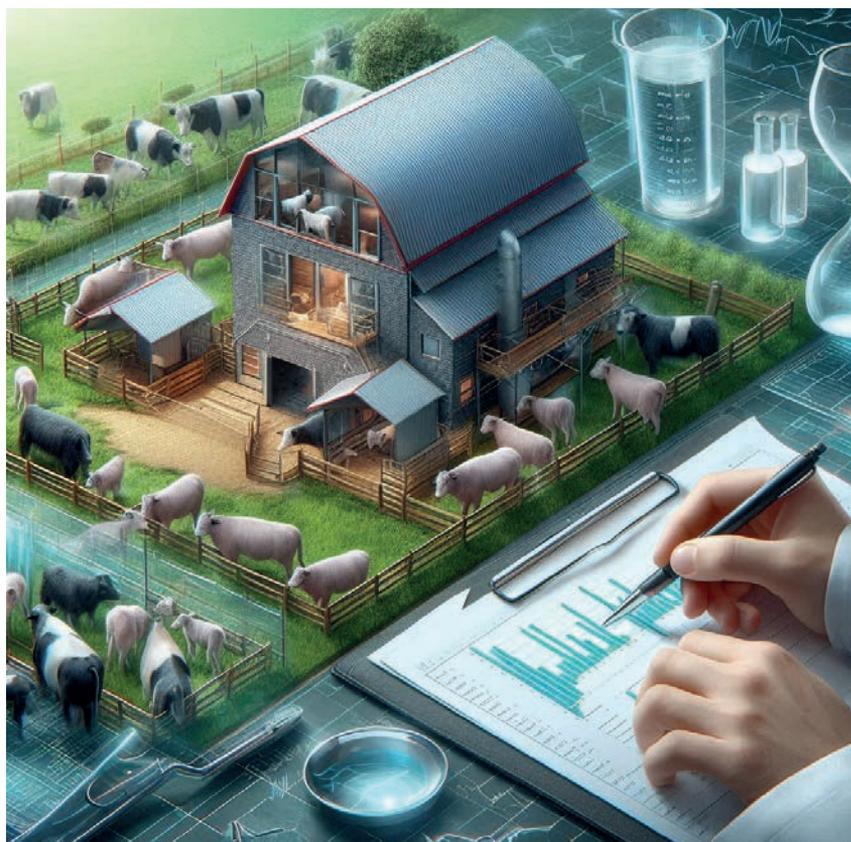
► El abuso de situaciones de vulnerabilidad, en las que se podría presionar a personas o colectivos desfavorecidos para que acepten participar en la investigación, cuando esta no fuera su decisión inicial libre y espontánea.

Primacía

En biomedicina, el concepto de primacía del ser humano implica que los intereses y el bienestar de las personas que participan en la investigación deben imperar siempre sobre el interés de la ciencia y la sociedad. En la investigación en animales se podría hacer un paralelismo cuando se trata de mascotas o de granja. Implica la obligación y la necesidad de que la salud y el bienestar del animal que participa en la investigación prevalezcan, en todo momento, sobre otros intereses.

Precaución

Este concepto exige una actitud preventiva en todas las fases del proceso científico (7). Cuando se evalúa un nuevo tratamiento, los resultados de eficacia y seguridad son inciertos, por lo que se asume que se deben tomar decisiones en condiciones de ignorancia o al menos de incertidumbre. En este escenario, es necesario que los animales reciban en todo momen-



to una adecuada atención veterinaria, así como implantar mecanismos de control que aseguren que el posible daño o deterioro del bienestar de los animales sea detectado y corregido inmediatamente.

También debe aplicarse este principio como promotor de la protección del medio ambiente, para prevenir la degradación ambiental y sus implicaciones en la salud pública, en particular en lo referente a la implantación de las medidas dirigidas al mantenimiento de la bioseguridad (8). Cuando se tienen dudas sobre si un procedimiento va a producir dolor en animales, existe un consenso generalizado para considerar que si esa práctica provoca dolor en personas también lo va a provocar en el animal. Una postura conservadora sería aplicar el principio de precaución a todas las actividades en las que el bienestar animal se pueda ver comprometido (9)(10). Más concretamente, cuando exista una amenaza grave que ponga en peligro el bienestar de los animales, aunque no haya certeza científica de que los animales vayan a sufrir, se deben instaurar medidas apropiadas para prevenir el daño.

Cuando este principio se aplica a animales de experimentación, este planteamiento se traduce en dos estrategias de intervención. La primera es el refinamiento de los procedimientos para evitar o mitigar el dolor: eligiendo las prácticas mínimamente invasivas, monitorizando a los animales y aplicando anestesia y analgesia adecuadas. La segunda es la implantación de criterios de punto final humanitario anticipando la evolución adversa del estado de salud de los animales: disponiendo de manera precoz medidas que alivien el sufrimiento y retirando a los animales de los proyectos antes de que la situación se convierta en irreversible.

“ Los principios éticos que deben considerarse en todo estudio en animales son los de autonomía, beneficencia y no maleficencia, justicia, primacía y precaución. Todo veterinario que quiera realizar un estudio clínico con sus pacientes debe adherirse a ellos, pero al mismo tiempo debe ser consciente de la normativa existente y cumplirla. ”

El principio de precaución debe seguirse en los estudios clínicos en animales, teniendo en cuenta que los investigadores deben ser capaces de detectar inmediatamente el deterioro del estado de salud o los posibles efectos secundarios que puedan aparecer, y de actuar para controlar esas consecuencias indeseadas. En la Tabla 1 se detallan los métodos y técnicas a emplear en un estudio clínico en animales.

Investigación clínica en animales

Como se ha indicado, algunos tipos de investigación en animales no están regulados ya que no existe una normativa específica. Por tanto, no tienen la obligación de someterse a la evaluación por parte de un Comité de Ética, ni a ser autorizados por la Autoridad Competente.

Antes de iniciar cualquier estudio en animales es necesario deter-

minar si está regulado. Las condiciones que deben de cumplir los estudios clínicos en animales deben basarse en la normativa que pueda regularlos y en las guías de evaluación ética aplicables (11)(12)(13). Por ejemplo, los ensayos clínicos de medicamentos veterinarios son regulados por la normativa específica que los autoriza (Real Decreto 1157/2021 y Reglamento EU 6/2019).

La norma que regula la mayoría de estudios en animales, en especial los que se realizan en centros de investigación y universidades, es el *Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia*. El mismo excluye las prácticas, profesionales, con animales o los estudios con medicamentos veterinarios (Tabla 2).

De la interpretación de este artículo, se debe entender que no se

Monitorizar a los animales durante los procedimientos

Hacer un seguimiento continuado de los animales hasta la conclusión del estudio

Evitar en lo posible, y controlar siempre, el dolor y malestar

Retirar a los animales del proyecto cuando se prevea que los animales no van a tener un beneficio directo por su inclusión en el mismo. O, simplemente, se tengan dudas razonables de que el posible perjuicio supera las expectativas reales del beneficio previsto a priori

Tabla 1 – Criterios para la clasificación de los agentes biológicos en función del riesgo de infección (RD664/1997).



incluye la investigación que se realiza con datos obtenidos en el curso de prácticas agropecuarias, zootécnicas o clínicas; o cuando a los animales no se les causa un dolor superior al provocado por el pinchazo de una aguja (conocido como el umbral de la aguja). Es decir, todo manejo de animales que no provoque un malestar superior a dicho umbral no requiere, por normativa, ser evaluado éticamente ni ser autorizado. Es importante entender que dicho umbral no se aplica al manejo clínico, sino a todo procedimiento que solamente se realiza por el hecho de incluir a un animal en un estudio.

En este sentido se entiende por **“Práctica Clínica”** y que incluye toda intervención realizada en animales cuya finalidad es su beneficio directo (o su grupo, rebaño, etc.) y/o ser parte de una actividad agropecuaria o zootécnica reconocida.

Por tanto, la motivación principal del procedimiento es clave. Si el motivo de la actuación sobre el animal solo tiene fines de investigación, se trata de experimentación animal y el proyecto tiene que cumplir con los requisitos y las obligaciones del Real Decreto 53/2013, si supera el citado umbral.

Ello implica que todas las intervenciones o manipulaciones obedecen a un criterio exclusivamente clínico. Pero basta una intervención cuya única motivación sea científica, y supere el umbral de la aguja, para que automáticamente el estudio esté regulado por el RD 53/2013 y requiera no solo una evaluación ética, sino también ser autorizado.

Por ejemplo, si se comparan dos técnicas quirúrgicas en perros y se requieren varias muestras de sangre para analizar un posible factor diagnóstico del estudio, debe ser autorizado: dichas extracciones no suponen ningún beneficio para el paciente, solo un beneficio científico. Por el contrario, no será de aplicación el Real Decreto, y se pueden usar para fines de investigación, las muestras biológicas cuando estas se toman durante el curso de un acto veterinario, por motivos clínicos. También se pueden extraer, como parte de una práctica clínica, cantidades adicionales de sangre si no se causa “dolor, sufrimiento, angustia o

daño duradero”. En otras palabras, si la muestra se toma sin practicar un nuevo pinchazo, y la cantidad extraída es clínicamente razonable. Por el contrario, se considera Experimentación Animal y no práctica clínica la toma de muestras que se realiza con fines de vigilancia sanitaria o epidemiológica, a menos que se pueda demostrar claramente que supone un beneficio directo para los animales.

Es importante destacar que, en general y a excepción de los estudios con medicamentos veterinarios que tienen su propia regulación, a priori todo estudio clínico está regulado por el RD 53/2013 de Experimentación Animal (Figuras 1 y 2). Ejemplos de aspectos comunes de un proyecto de investigación que no pueden considerarse como práctica clínica son la aleatorización en la asignación de, por ejemplo, un tratamiento nuevo frente a otro convencional, o la aplicación de un tratamiento placebo, no efectivo. Otro criterio sería realizar un procedimiento adicional innecesario para el beneficio clínico directo del animal, aun cuando pudiera contribuir a la adquisición de conocimiento. Debemos recordar que en los estudios clínicos todos los animales que participan (o su grupo inmediato) deben obtener un beneficio directo.

Implicaciones éticas de la investigación clínica

Toda investigación en personas o animales debe cumplir los principios éticos, garantizando los derechos de los participantes y protegiendo su seguridad, dignidad y bienestar. Resulta inadmisibles un proyecto de investigación sin soportar las implicaciones éticas que conllevará su ejecución. Además, la evaluación ética cumple una función fundamental en el diálogo de la ciencia con la sociedad (14).

- a. las prácticas agropecuarias no experimentales
- b. las prácticas veterinarias clínicas no experimentales
- c. los estudios veterinarios clínicos necesarios en el marco de la obtención de la autorización de comercialización de medicamentos veterinarios
- d. las prácticas realizadas con fines zootécnicos reconocidos
- e. las prácticas realizadas con el objetivo principal de identificar un animal
- f. las prácticas en las que no sea probable que se les ocasione dolor, sufrimiento, angustia o daño duradero equivalentes o superiores a los causados por la introducción de una aguja conforme a las buenas prácticas veterinarias

Tabla 2 – Excepciones de usos de animales según el RD 53/2013 (Art. 2.5)

Todos los Estudios en Animales, regulados o no, siempre deben ser evaluados éticamente por un Comité de Ética independiente

En este contexto, y más allá de las obligaciones legales, es imprescindible que se implanten procedimientos de evaluación ética en cualquier investigación clínica en animales: Los estudios clínicos tienen diferentes implicaciones éticas:

- a. La posibilidad de causar daño o angustia como resultado de la participación del animal en la investigación.
- b. El daño o angustia potencial al propietario o responsable del animal sujeto de investigación.
- c. La protección de los datos de las personas, como responsables de los animales o como clientes, durante la realización de la investigación o posteriormente en el momento de su publicación.
- d. La propiedad intelectual de los datos o la posible comercialización del material resultado del estudio.
- e. La necesidad de que el responsable de los animales firme el pertinente consentimiento informado para que los animales sean incluidos en el proyecto. Se debe acreditar la capacidad del firmante para dar su consentimiento.

La evaluación ética debe considerar también otros aspectos técnicos como las intervenciones que se van a realizar, las características de la muestra, las variables de estudio, o cómo se tratarán y analizarán los datos estadísticamente. Los investigadores deben describir los métodos para el **reclutamiento** de animales y cómo se identificará, abordará y reclutará a los propietarios, para com-

“ La investigación clínica veterinaria es la que puede proporcionar mayor evidencia científica sobre nuevos abordajes diagnósticos o terapéuticos, pero solo puede realizarse en un ámbito clínico, es decir, por veterinarios clínicos. ”

probar que se cumple el principio de justicia y que no ha habido discriminación, ni se han aprovechado situaciones de vulnerabilidad.

Los **estudios retrospectivos** también pueden requerir una evaluación ética, porque se recopilan datos del paciente y del propietario y deben someterse a evaluación ética los métodos de recogida de datos y la protección de estos. También es necesaria la evaluación si los datos almacenados se van a utilizar retrospectivamente para fines distintos de aquellos para los que fueron recopilados. Los cuestionarios que se hagan a los propietarios de forma retrospectiva también deben contar con la evaluación y aprobación ética.

Si se trabaja con **muestras biológicas**, habría que evaluar los métodos de manipulación: obtención, transporte, recepción, manejo, conservación y eliminación. Si se trata de agente biológicos, es necesario trabajar en instalaciones registradas y qué tengan un nivel de contención biológica adecuado. La **recolección de muestras del medio ambiente** también puede plantear problemas éticos. Los resultados obtenidos del análisis de las muestras pueden tener consecuencias para el ganadero o para el propietario del terreno. Por ejemplo, si se recolectan muestras de heces de ganado y en los análisis aparecen signos de alguna de las enfermedades de declaración obligatoria, el investigador deberá proceder a su notificación. Por tanto, también aquí es necesario que previamen-

te se haya suscrito el correspondiente consentimiento informado, que además debe de incluir la conformidad expresa a que el investigador divulgue la información cuando esté obligado por la legislación.

Comités de ética y evaluación de proyectos

Los Comités de Ética de la Investigación emiten, por escrito, informes que acreditan ante terceros la idoneidad ética y la calidad científica de un estudio científico. Deben certificar que sus decisio-



nes se toman de manera independiente, autónoma, objetiva y crítica, asegurando una evaluación científica y ética rigurosa. Para ello, es imprescindible instaurar procedimientos normalizados de evaluación que contemplen una evaluación por pares con criterios unificados y protocolizados, incluyendo el examen de los aspectos incluidos en la Tabla 3.

Evaluación de estudios clínicos no regulados

Incluye los estudios que no se encuentran bajo el amparo de la normativa existente, de experimentación animal, o de medicamentos veterinarios, pero que pueden realizarse en centros clínicos veterinarios o en granjas. Aun son escasos los Comités de Ética que evalúen proyectos que no estén regulados, lo que limita la realización de estudios en centros clínicos veterinarios. En el Reino Unido, el *Royal College of Veterinary Surgeons* creó el *Ethics Review Panel*, con el objetivo de proporcionar un mecanismo de

- a. El balance riesgo/beneficio, para garantizar que las ventajas compensan los posibles perjuicios. En los estudios en animales, particularmente en términos de bienestar
- b. La pertinencia de la investigación, para ver si lo que se pretende estudiar es relevante o está previamente resuelto
- c. La justificación de la necesidad de realizar el estudio en animales
- d. Si se salvaguardan los derechos y los principios éticos básicos: autonomía, beneficencia y no-maleficencia, y justicia
- e. La hipótesis, para comprobar que está bien planteada
- f. Los objetivos, que deben ser concretos, evaluables, congruentes, relevantes y factibles
- g. Los aspectos metodológicos y de diseño, comprobando que son adecuados para alcanzar los objetivos propuestos
- h. El respeto de las normas que les afectan
 - Identificando los estudios de Experimentación Animal y los Ensayos Clínicos que requieren autorización legal y deben revisarse en otras instancias.
 - Comprobando si es necesario el consentimiento informado.
- i. La calidad de la investigación clínica propuesta, con objeto de mejorarla
 - Detectando problemas no reconocidos por los investigadores
 - Sugiriendo modificaciones que eviten o mejoren los problemas éticos

Tabla 3 – Elementos de una evaluación ética de proyectos científicos en animales

evaluación ética de proyectos a los investigadores que normalmente no tienen acceso a ellos por ejercer su trabajo fuera de centros de investigación o del ámbito universitario.

En España, las facultades de veterinaria suelen disponer de un

comité de ética, pero da respaldo al personal de sus propias instituciones. Un precedente fuera de este ámbito es el del Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid, que creó en 2019 el *Comité de Ética e Integridad Profesional del Colegio de Veterinarios de*



Madrid (CEIVET; <https://www.colvema.org/>). Este Comité elabora informes de evaluación ética de proyectos de investigación o divulgación en el ámbito de las ciencias veterinarias intentando dar respuesta a la necesidad de aquellos veterinarios que realizan investigación en cualquier ámbito de la profesión y que tienen dificultades para encontrar comités que realicen una evaluación ética de sus proyectos.

Es necesario trabajar desde diferentes ángulos para concienciar a las instituciones y asociaciones profesionales de la necesidad de facilitar un sistema de evaluación ética de proyectos de investigación clínica en animales. Las

administraciones deben aprobar normativas que lo regulen, que incluyan la obligación de la evaluación previa. Las entidades de representación profesional, como son los colegios profesionales y las asociaciones científicas, pueden crear comités de ética que colaboren en la divulgación del mensaje, formen a los profesionales en la ética científica, y promuevan las prácticas respetuosas con los principios éticos fundamentales y la protección del bienestar de los animales.

Otro aspecto fundamental a mejorar en paralelo es la formación en el ámbito del diseño experimental, que garantice la calidad de los resultados científicos.

Éticamente un mal diseño experimental es cuestionable porque puede generar riesgos sin que los resultados científicos tengan la calidad esperada.

Agradecimientos

Al Comité español para la protección de los animales utilizados con fines científicos (CEPAFIC) y a los integrantes del Panel encargado de redactar la Guía de Evaluación y Autorización de Estudios en Animales (16): Ignacio Álvarez, Fernando Asensio, Rosario Bullido, Juan Manuel Cainzos, Pilar León, Cristina Muñoz, German Santamarina y Patxi Sarasola.

Bibliografía

1. Directiva 2013/36/UE del parlamento europeo y del consejo de 26 de junio de 2013, relativa al acceso a la actividad de las entidades de crédito y a la supervisión prudencial de las entidades de crédito y las empresas de inversión, por la que se modifica la Directiva 2002/87/CE y se derogan las Directivas 2006/48/CE y 2006/49/CE.
2. Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia.
3. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios - Ensayos clínicos con medicamentos veterinarios (ECV) [Internet] Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/investigacionClinica/medicamentos-vet/ECV/home.htm>
4. ORDEN PRE/2938/2004, de 7 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 109/1995, de 27 de enero, sobre medicamentos para uso veterinario en lo referente a la calificación de productos en fase de investigación clínica y realización de ensayos clínicos con medicamentos para uso veterinario.
5. Real Decreto Legislativo 1/2015, de 24 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios.
6. Guía para la elaboración de un protocolo para la realización de un ensayo clínico con medicamentos veterinarios. [Internet]. Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/investigacionClinica/medicamentos-vet/ECV/docs/guia-elaboracion-protocolo-ECV.pdf>
7. Gonorazky S. Principio de precaución en investigación biomédica, seguridad, obligaciones post-investigación y eficacia terapéutica supuesta de las drogas experimentales. Violaciones a la dignidad de los pacientes. SALUD Colect. 2011;7(2):3.
8. Buxó, MJ, Casado M, editores. Riesgo y Precaución [Internet]. Publicacions de la Residència d'Investigadors; 2005. Disponible en: http://www.ub.edu/fildt/ProyectoAlfa/archivos/Libro_Riesgo_y_precaucion.pdf
9. Birch J. Animal sentience and the precautionary principle. Anim Sentience. 2017(1 (7)):16.
10. Rollin B. Raising the moral consciousness of science. Anim Sentience. 2017;2017(4 (3)):4.
11. Ethics Review Panel: guidance notes for applicants - RCVS. [Internet]. Disponible en: <https://www.rcvs.org.uk/document-library/erp-research-proposal-application-guidelines/>
12. Ethical Review for Practice-based Research. A report of a joint RCVS / BVA working party, 2013. [Internet]. Disponible en: <https://www.rcvs.org.uk/document-library/rcvs--bva-ethical-review-working-party-report-2013/>
13. CCAC Guidelines on: Animal Use Protocol Review (1997) [Internet]. Disponible en: https://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Protocol_Review.pdf
14. Guía para los Miembros de los Comités de Ética de Investigación. Consejo de Europa, enero 2012 [Internet]. Disponible en: <https://rm.coe.int/1680307e6d>
15. Guía de Evaluación y Autorización de Estudios en Animales. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/guiaeestudiosenanimalesvs24nov23_tcm30-674263.pdf
16. Infografía sobre cómo hacer estudios científicos con animales. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/infografia30diagdeflujo-24nov23_tcm30-615875.pdf



Enseñanza en la formación del profesional veterinario. Principios básicos

¡Si pudiéramos volver atrás!

IGNACIO SALAZAR

Catedrático Jubilado de Anatomía y Embriología Veterinaria.

inakiucintablet@gmail.com

A medida que se iba acercando la edad de la jubilación me empecé a plantear la posibilidad de, llegado el momento, seguir vinculado a la universidad. Como quiera que los requisitos exigidos para aspirar a la categoría de profesor emérito no fueran un obstáculo para mí, porque los cumplía, pensé que esa sería la opción más razonable. Estuve meditando sobre el particular durante unas semanas, pero tan pronto como me enteré de que la actividad docente de los eméritos estaba orientada única y exclusivamente al tercer ciclo, es decir a la enseñanza de postgrado, abandoné la idea.

Nada que ver con lo que yo pretendía, puesto que a mí lo que de verdad me hubiese encantado hubiese sido dar clase a los jóvenes estudiantes y exponerles un punto de vista distinto al que yo había seguido durante tantísimo tiempo. Un particular enfoque, consecuencia de una reflexión amparada por más de cuarenta años de experiencia docente, que representaría una rectificación matizada, una especie de corrección de errores, sin duda un alivio

personal, que a lo mejor podría haber sido de algún interés, pensaba yo.

En definitiva, SI PUDIERA VOLVER ATRÁS, mi esfuerzo hubiese estado orientado en tratar de ilustrar a los estudiantes, mediante exposiciones razonadas, de la riqueza e importancia de la anatomía en la formación de un futuro profesional veterinario. Como se verá más adelante, mi propuesta repercutiría en la organización del primer ciclo de los estudios de la carrera. Desde entonces, desde que me jubilé, a veces todavía pienso en aquella oportunidad que no tuve. No obstante, el azar me sorprendió.

En enero de este mismo año, un buen amigo me envió como regalo de navidad una novela (1) cuya historia me resultó enternecedora, fascinante. El protagonista de la misma es un médico y profesor en la universidad de Medellín, Hector Abad Gómez, que fue asesinado en 1987. Se trata de una autobiografía novelada escrita por su propio hijo, quien la presenta de esta manera:

“Como niño yo quería algo imposible: que mi padre no se muriera nunca. Como escritor quise hacer algo igual de imposible: que mi padre resucitara. Si hay personajes ficticios –hechos de palabras– que siempre estarán vivos, ¿no es posible que una persona real siga viva si la convertimos en palabras? Eso quise hacer con mi padre muerto: convertirlo en alguien tan vivo y tan real como un personaje ficticio”.

En diferentes apartados de la novela las referencias a la educación y a la enseñanza son varias. Tengo por costumbre, cuando leo un texto que me interesa, subrayar lo que me parece más relevante y hacer anotaciones al margen, ambas siempre con lápiz por supuesto. Incluso a veces, como en este caso, copio a un documento Word frases o párrafos enteros, que guardo en un dossier al efecto. De los que elegí de la novela en cuestión, he seleccionado dos para el momento.

La primera cita, la recoge el autor de uno de los libros escritos por su padre:

“Qué gran cantidad de equivocaciones cometemos los que hemos pretendido enseñar sin haber alcanzado la madurez del espíritu y la tranquilidad de juicio que las experiencias y los mayores conocimientos van dando al final de la vida [...] Lo que deberíamos hacer los que fuimos alguna vez maestros sin antes ser sabios es pedirles humildemente perdón a nuestros discípulos por el mal que les hicimos”.

La segunda, al hilo de la anterior, es un comentario del propio autor:

“Y ahora, precisamente cuando sentía que estaba llegando a esa etapa de su vida, cuando la vanidad ya no lo influía, ni las ambiciones tenían mucho peso, y lo guiaban más una madura racionalidad construida con muchas dificultades, lo echaban a la calle [...] Para él la enseñanza, que nada tenía que ver con el agonismo del deporte, ni con la belleza o los ímpetus de la juventud, estaba asociada con la madurez y la serena sabiduría, esa que es más frecuente alcanzar con los años”.

La lectura de estas entradas me dejó estupefacto y fue el detonante para retomar el tema, el anhelo de volver atrás, el de exponer mis ideas. Mis posibilidades se reducían a dos: dar una conferencia o escribir un sencillo artículo y publicarlo, sin descartar hacer ambas si la situación fuese favorable. Una vez analizados pros y contras de cada alternativa me decidí por redactar un texto. Teniendo en cuenta que, obviamente, la situación había cambiado —ya no me dirigiría a los jóvenes estudiantes de mi facultad— pensé en dedicar el artículo a mis ex-alumnos de la Complutense, universidad en la que estudié y me formé. Razones sentimentales, sin duda. Me pareció estupenda la sugerencia que me hicieron de publicar en la revista del Colegio de Veterinarios de Madrid. Garantizaba, en cierta

“ La relevancia de la asignatura quedó patente durante muchos siglos, y es fácil encontrar múltiples referencias en las que se consideraba a la anatomía como la madre de todas las ciencias, de lo que hoy llamamos ciencias biomédicas ”

manera, el llegar a ellos, a mis ex. Así pues, se me presentaba la ocasión de explicarme, de resarcirme, aunque sea muy brevemente, pero con la enorme ventaja —aunque también no exenta de riesgos— de hacerlo por escrito. Me puse a ello. Veamos.

Incluso para los escépticos y los detractores de la especialidad, que los hay, la relevancia de la asignatura quedó patente durante muchos siglos, y es fácil encontrar múltiples referencias en las que se consideraba a la anatomía como la madre de todas las ciencias, de lo que hoy llamamos ciencias biomédicas. La mejor prueba de ello, la más objetiva y la más simple, consistiría en realizar un repaso histórico —no de la anatomía sino de la medicina— repaso que, por supuesto, no voy a hacer ahora. Sin embargo, sí creo que procede un breve apunte extraído de la revisión que omito. Se trata de la mención a Andrés Vesalio (1514-1564), uno de los anatomistas más destacados de todos los tiempos quien, con su monumental obra *“De Humani Corporis Fabrica”*, puso las cosas en su sitio. Por un lado, corrigió muchos de los puntos que se consideraban inamovibles de las teorías anatómicas anteriores, sustentadas primordialmente por las ideas de Claudio Galeno (129-216) y, por otro lado, sentó las bases de lo que sería la anatomía del futuro.

Anatomías varias

Después de Vesalio, los anatomistas se dedicaron a describir,

cada vez con mayor detalle, todas las estructuras del organismo, así como a dos cuestiones adicionales, ambas imprescindibles: a ponerles nombre y apellidos a cada una de ellas, y en darlas a conocer. Nadie reconoció ese ímprobo esfuerzo. La lástima es que ahí nos quedamos, en la descripción. Es cierto que hubo intentos de profesores ilustres que pretendieron dar un sesgo diferente a la materia, apartándose de la mera descripción, que dieron como resultado la aparición de anatomías varias: topográfica/regional, macroscópica/microscópica, funcional/aplicada, radiológica/por la imagen, comparada/evolutiva (Gegenbauer), entre otras, y las menos conocidas, olvidadas intencionalmente o no, como por ejemplo la anatomía molecular de François Jacob (2), premio nobel de medicina en el año 1965 junto a Monod y Lwoff, y por supuesto la ANATOMÍA con mayúsculas, la que algunos de sus defensores llamaron ANATOMÍA INTEGRAL (Benninghoff). Lamentablemente, prevaleció la descriptiva. Craso error.

Con el paso del tiempo, todo indicaba que se iría a una orientación novedosa y moderna de la especialidad debido primordialmente a las publicaciones sucesivas de la Nómima Anatómica (3), de la Nómima Anatómica Veterinaria (4), pero, sobre todo, de la Nómima Anatómica Ilustrada (5), obra del profesor Feneis, y de la Nómima Anatómica Veterinaria Ilustrada (6), estudio liderado por el profesor Schaller. El trabajo

estaba hecho. A la mera relación ordenada de todos los detalles anatómicos (3 y 4) se añadía la definición de los mismos con la correspondiente ilustración gráfica (5 y 6). Un sencillo ejemplo se recoge en los cuadros 1, 2 y 3. Nosotros, los anatomistas de la época, no fuimos conscientes del valor de lo realizado, dejamos escapar una oportunidad magnífica para progresar, y no fuimos capaces de dar el paso hacia adelante que implícitamente reclamaba Vesalio. Nuevo error. Otra vez nos estancamos.

Cuando está uno implicado en el tema, como es mi caso, las críticas, por muy razonables que sean y muy sustentadas que parezcan, no son admisibles si no van acompañadas de, cuando menos a mi juicio, dos exigencias o condiciones. La primera, la autocrítica, que la salvo con honor porque con toda la sinceridad del mundo entono el mea culpa; no me valen las excusas, no tuve la valentía necesaria para salirme de la norma y emprender otro camino. Para la segunda, la relativa a propuestas o soluciones, tendría alguna: la que me proponía haber dictado como profesor emérito si hubiese tenido la ocasión de hacerlo, cuyo esbozo voy a presentar a continuación. Se trata de una exposición razonada, probablemente la más sencilla de las posibles porque es elemental, es obvia, es de sentido común.

Empecemos por el principio, de las partes al todo, con un ejemplo muy básico y fácil de seguir.

Elijamos dos huesos, uno plano, la escápula, y otro largo, el húmero (Fig. 1a), con 22 y 34 detalles descriptivos respectivamente a considerar solo en el perro, pero que valen para poco en la ANATOMÍA INTEGRAL. Es necesario avanzar. Para ello, en primer lugar procede orientar los huesos correctamente y relacionarlos

Plexus brachialis

Radices plexus

Trunci plexus

N. dorsalis scapulae

N. subclavius

N. suprascapularis

Nn. Subscapulares

N. Musculocutaneus

Ramus muscularis proximales

Ansa axillaris⁹⁵

Ramus communicans cum

n. mediano (Car)

Ramus muscularis distalis

N. cutaneus antebrachii medialis

N. axillaris

Rami musculares

N. cutaneus brachii lateralis cranialis

N. cutaneus antebrachii cranialis

Nn. pectorales craneales⁹⁶

N. thoracicus longus

N. thoracodorsalis

N. thoracicus lateralis

Nn. pectorales caudales

Cuadro 1 – Ejemplo de la presentación que recoge la NAV de las estructuras que integran el plexo braquial. Por razones de espacio no se incluyen en esta relación los nervios radial, mediano y cubital.

1. Plexus brachialis. Brachial plexus, network of Rami of Nn. Cervicales V (su), VI-VIII (ca, Ru, eq) and thoracici I, II (ca, Ru, eq), runs to the axilla, supplies the forelimb and partially the shoulder girdle. A B

2. Radices plexus. Roots of plexus, branches of the Rami ventrales that form the plexus. A

3. Trunci plexus. Trunks of plexus, some roots unite to form Trunci plexus. A B

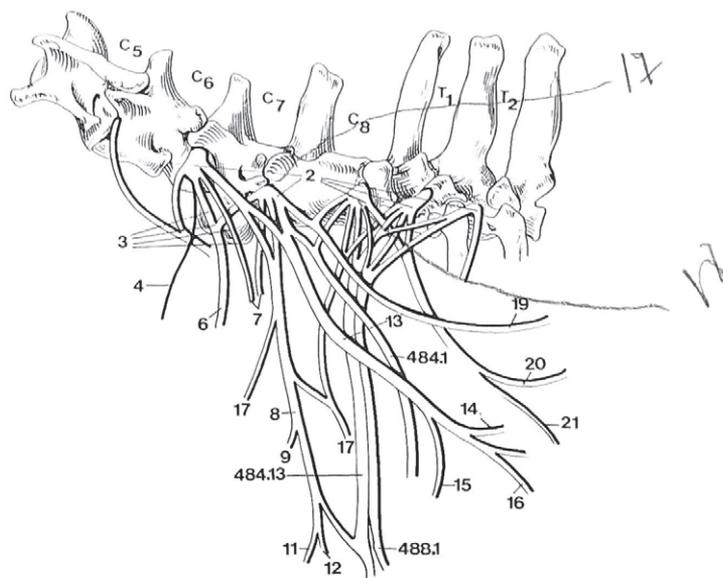
4. N. dorsalis scapulae. Dorsal scapular nerve, small branch (usually not described in veterinary textbooks) to Mm. Serratus ventralis cervicis and rhomboidei. A B

5. N. subclavius. Subclavian nerve, innervates M. Subclavius in Un. B

6. N. suprascapularis. Suprascapular nerve, arising from C6-C7 (eq C8), supplies the Mm. Supraspinatus and infraspinatus. A B

7. Nn. Subscapulares. Subscapular nerves, originating from C6-C8, supply the M. Subscapularis. A B

Cuadro 2 – Ejemplo de la presentación que recoge la NAVI de las estructuras que integran el plexo braquial. Por razones de espacio solo se incluyen en esta relación los siete primeros términos.



Cuadro 3 – Ejemplo de la presentación gráfica que recoge la NAVI de las estructuras que integran el plexo braquial.

entre sí (Fig. 1b); a continuación se requiere establecer la necesaria unión mediante la capsula articular (Fig. 1c) y los ligamentos correspondientes (Fig. 1d). Hay que recordar que la articulación del hombro o escápulo-humeral es una articulación no congruente, de ahí la existencia del labio glenodeo. Los pasos seguidos en este ejemplo habría que repetirlos en el conjunto de la extremidad (Fig. 1e) y, posteriormente, llevar la idea al conjunto del esqueleto (Fig. 4a). De esta manera tene-

mos esbozado lo que tradicionalmente se denomina como aparato locomotor pasivo, es decir la suma de huesos y articulaciones del organismo.

Sin embargo, las articulaciones son uniones entre huesos muy débiles, muy frágiles, por lo que es necesario establecer un mecanismo de refuerzo, representado éste por los músculos asociados (Fig. 2a). En el ejemplo elegido, en los cuadrúpedos la extremidad necesita unirse al tronco mediante un grupo muscular adicional,

una sinsarcosis (Fig. 2b). Como en el caso anterior, la idea empieza a tener sentido cuando se extiende el ejemplo seleccionado a toda la extremidad y, a su vez, al conjunto del esqueleto (Fig. 4b). Se llega así al teórico aparato locomotor activo: suma del pasivo más los músculos. A partir de este momento se puede empezar a pensar ya en la posibilidad de que existan movimientos, pero todavía queda mucho por hacer.

Para que el segmento seleccionado pueda funcionar es imprescindible la participación del sistema nervioso y del sistema vascular, por lo que habría que hacer las referencias obligadas al plexo braquial, a la arteria axilar y a las venas axilar y subclavia (Fig. 3). Como en los casos anteriores, pasaremos de las partes al todo, extremidad primero y conjunto del organismo después (Fig. 4c, d, e). Los pasos que hemos dado hasta ahora son

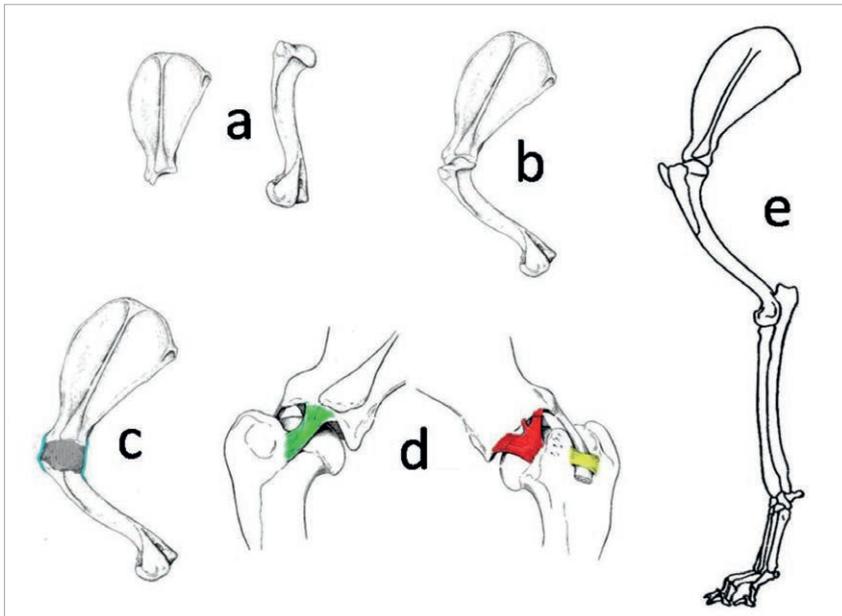


Figura 1. Explicación en el texto.

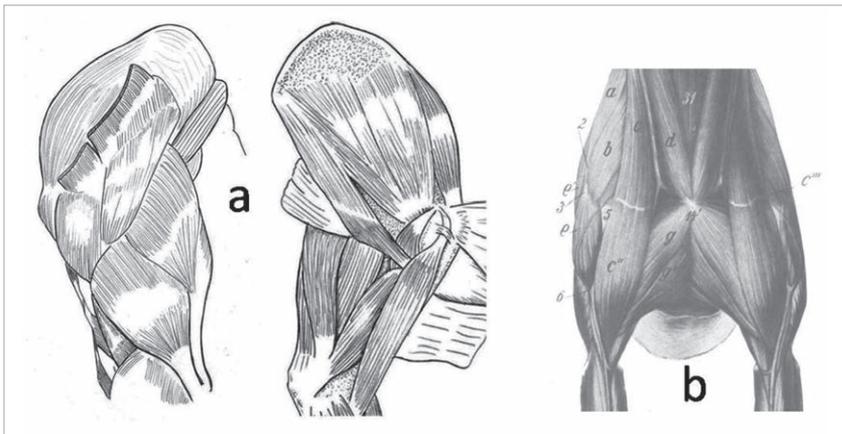


Figura 2. Explicación en el texto. Intencionadamente en la figura b se han dejado las letras y los números para dar una idea de lo que supondría detenerse en la explicación de cada uno de esos detalles.

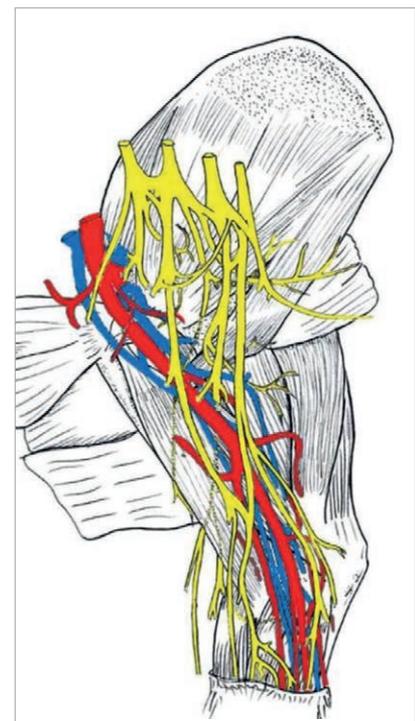


Figura 3. Representación esquemática de la proyección del plexo braquial y de los vasos arterial y venoso a la cara medial del segmento articular escápulo-humeral.

ARTÍCULO DE OPINIÓN

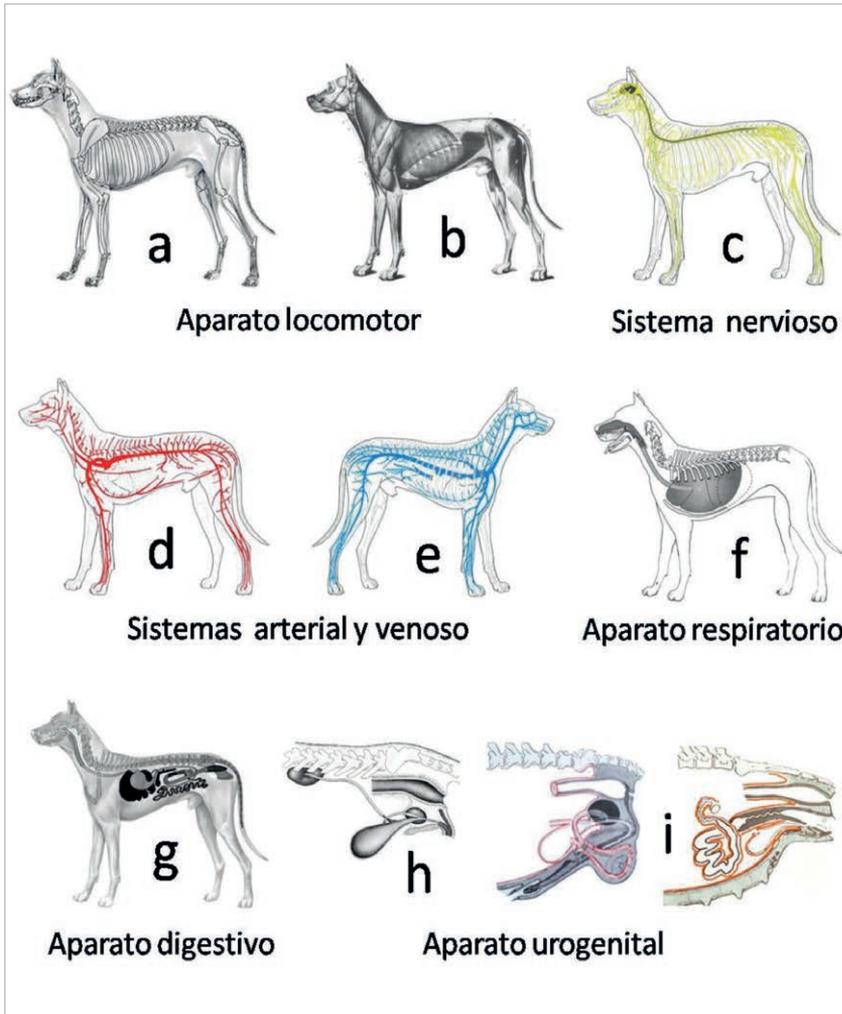
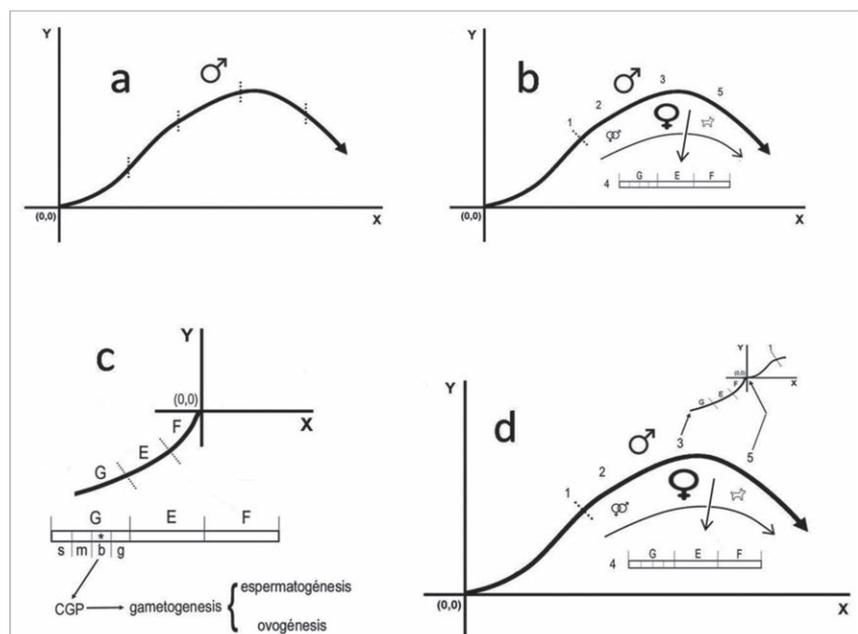


Figura 4. Aparatos y sistemas del organismo referentes en el seguimiento de las partes al todo. Explicación en el texto.

fundamentales, pero no definitivos. El sistema vascular es un sistema cerrado, por lo cual necesita limpiarse, depurarse, oxigenarse, para cumplir su cometido. Es obvio que esta consideración da entrada al aparato respiratorio (Fig. 4f), un sistema lógicamente abierto con un punto común de entrada y salida. Todavía quedan detalles para finalizar el recorrido, puesto que el animal necesita alimentarse. De esta manera se da entrada a la imprescindible participación del aparato digestivo, único aparato que tiene dos puertas distintas, una de entrada y otra de salida (Fig. 4g). Parte del alimento ingerido debe eliminarse o bien como sólido, las heces, o como líquido, la orina. Así pues, se llega a la intervención funcional del aparato urinario (Fig. 4h), ya que los riñones son los responsables de filtrar la sangre, con lo cual se consigue eliminar las toxinas y equilibrar los líquidos. Obviamente, el urinario no se puede desvincular del aparato de los aparatos, el genital (Fig. 4i). La ley de la naturaleza ha dictado que la misión de todos los seres vivos es la de perpetuar la especie. Por lo tanto, el conocimiento del ciclo vital, no del individuo sino de la especie, es del máximo interés.

Figura 5. Eje de las X = factor tiempo, eje de las Y = factor crecimiento.

- a) 0,0 = fecundación; rayas de puntos verticales = fases del ciclo: nacimiento, pubertad, adulto, vejez.
- b) ♀ = curva simplificada del animal del sexo opuesto; 0,0 = nacimiento; 1, pubertad; 2, posibilidad de apareamiento; apareamiento exitoso = preñez; 4, fases de la preñez: G, germinal; E, embrionaria; F, fetal; 5, nacimiento.
- c) Fases del periodo germinal: s, segmentación; m, morulación; b, blastulación; g, gastrulación; CGP = células germinales primordiales.
- d) adaptación final del ciclo de la especie.



El ciclo de un ser vivo es muy simple —nace, crece, se reproduce y muere— y se suele representar, en un eje de coordenadas, por una curva en forma de campana de Gauss, que parte del punto 0,0 del sistema y termina en el eje de las X con la muerte (Fig. 5a). Este ciclo carece de interés si no fuera porque, durante una fase del mismo, el animal tiene la capacidad de reproducirse. Es bonito adaptar el ciclo de partida al ciclo de la especie introduciendo en él una importante modificación: la incorporación de una curva adicional correspondiente al animal del sexo opuesto, lo cual acarrea cambios evidentes (Figura 5b). Como quiera que la preñez es previa al nacimiento sus fases deben situarse correctamente en el esquema (Fig. 5c). Por otro lado, hay que tener en cuenta que la gametogénesis se organiza a partir de las células germinales primordiales, que interviene en una fase muy precoz del desarrollo, en la fase de blástula. La versión final (Fig. 5d), que se ajusta a la realidad, tiene por objeto llamar la atención sobre la imposibilidad de marcar el inicio verdadero del ciclo. No se sabe con certeza qué fue antes, el huevo o la gallina.

Antes de seguir a delante, conviene hacer una pausa para pensar en el significado de lo que es y significa ir de las partes al todo para construir un aparato y, al mismo tiempo, centrarse en los aspectos conceptuales, que son muchos, de todos y cada uno de los aparatos o sistemas (Fig. 4). Analizándolos con detenimiento, obtendríamos fórmulas razonables que justificasen la cantidad de detalles recogidos en la NAV (4). Ese esfuerzo nos debería llevar a relacionarlos todos entre sí; una vía para conseguirlo sería partir de la embriología, de la anatomía del desarrollo (7), de la formidable transformación de la gástrula, que para muchos encierra algo de misterio.

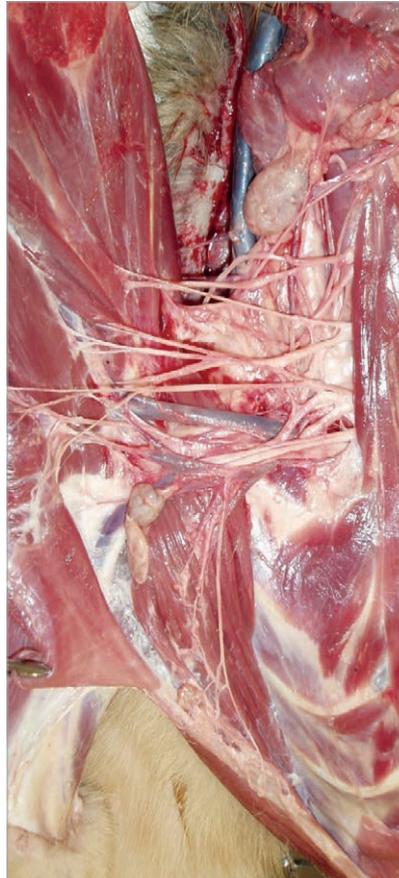


Figura 6. Diseción y exposición del plexo braquial del perro.

La importancia de la disección

Cuando yo dejé la enseñanza, la disección era un pilar fundamental de las explicaciones (Fig. 6), y lo seguiría siendo en mi propuesta porque sin disección no hay paraíso, es el primer contacto de los estudiantes con la profesión y, a mi juicio, es lo más próximo a la realidad en los inicios de la carrera. No obstante, tendría que quedar meridianamente claro que la disección no es más que un medio, un método, que se practica en el cadáver, pero que nos lleva a comprender la anatomía con mayúsculas. Ese absurdo planteamiento de la “anatomía del muerto”, un rincón al que nos llevaron otros básicos, y que la mayoría de nosotros aceptamos, es un sin sentido. A mí me encanta esa definición de la disciplina que dice: “la anatomía es la ciencia que estudia la constitución y organización de los seres vivos y de la relación que existe entre sus distintos componentes”. (Figura 7).

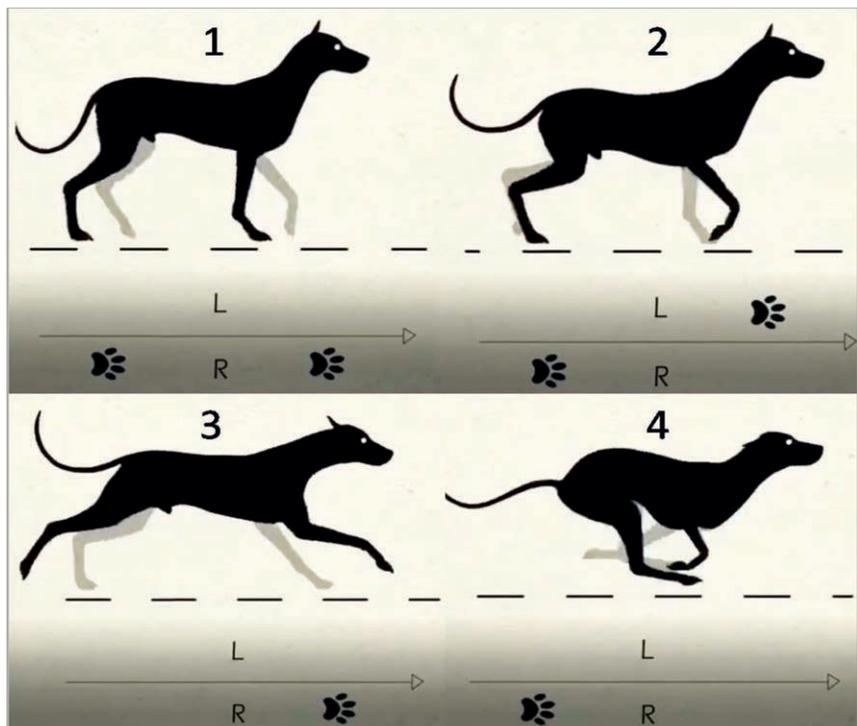


Figura 7. Anatomía del animal vivo. Andadura en el perro. 1, paso; 2, trote; 3, canter; 4, galope.

Pero es que además, la disección nos abre la puerta para hacer muchas más cosas de las que habitualmente se hacen en la sala de disección; es decir nos conduce al aprendizaje desde otras perspectivas. Por ejemplo, nos lleva a comprender la evolución de la luz y de la pared del tubo nervioso (Figs. 8 y 9).

Propuestas. Posibles soluciones

Naturalmente esta propuesta/solución que yo emprendería hubiese requerido diseñar un proyecto bien elaborado, que llevaría su tiempo y requeriría un gran esfuerzo intelectual. Tengo la impresión de que la base de ese hipotético proyecto posiblemente-

te tendría que pasar por elaborar una **guía** que debería aunar: los conceptos, la sala de disección, un museo de anatomía y los libros. Si la guía consiguiese esos objetivos, los estudiantes se sentirían comprometidos y creo que no habría muchas dificultades en incitarles a pensar, en lo que es y representa un ser vivo en el conjunto del universo, en el milagro de la naturaleza: de las CGP a un perro, como entrada por ejemplo (Fig. 5). La implicación de los estudiantes sería definitiva y, entonces sí, el proyecto se podría llevar a cabo incluso sin solucionar los asuntos burocráticos, que los habría. Uno de los fundamentales sería acometer la necesaria reestructuración de los planes de estudio, pero eso es harina de otro costal, entraríamos en terrenos

resbaladizos, intervendría la política (8). Horror y potasio.

Mi propuesta incluiría dos bloques básicos como iniciación a la formación de un futuro veterinario:

1) Anatomía, embriología, citología, histología, fisiología y el equivalente al animal husbandry.

2) Bioquímica, biología molecular, genética, biometría y estadística y microbiología.

Mucho me temo que de seguir como hasta entonces estábamos cuando yo dejé la universidad — allá por el 2018— la enseñanza privada nos comerá el terreno, si no lo ha hecho ya, tal y como está pasando en la enseñanza no universitaria. De cualquier manera, tengo la impresión de que la aplicación de la inteligencia ar-

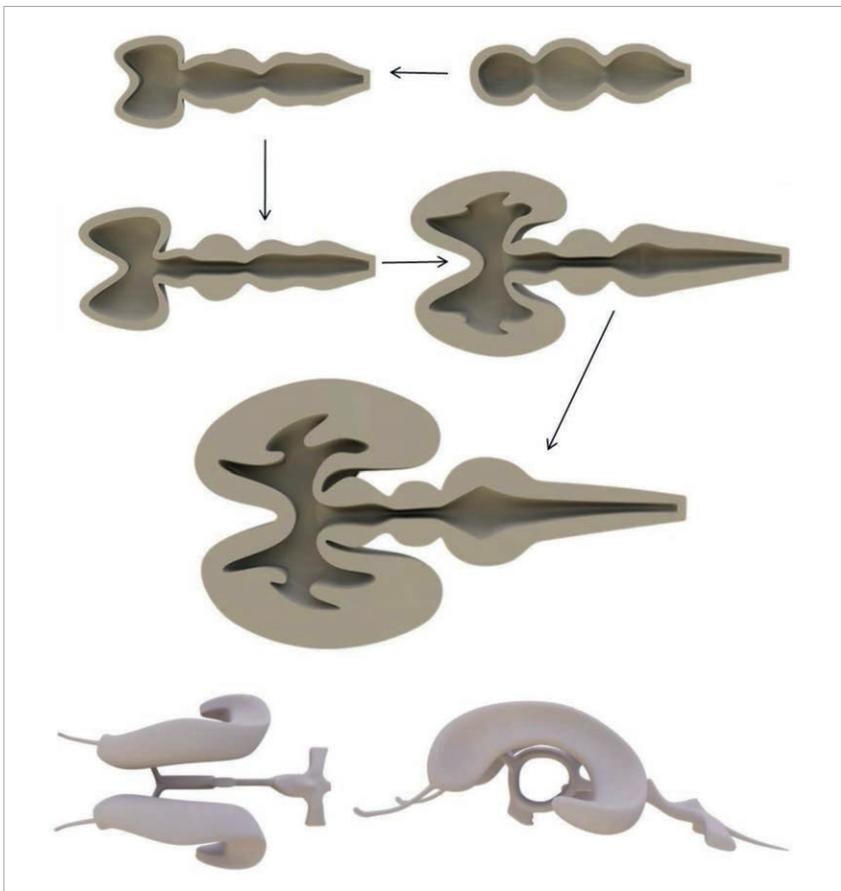


Figura 8. Representación esquemática de la luz del tubo nervioso y su evolución durante el desarrollo.

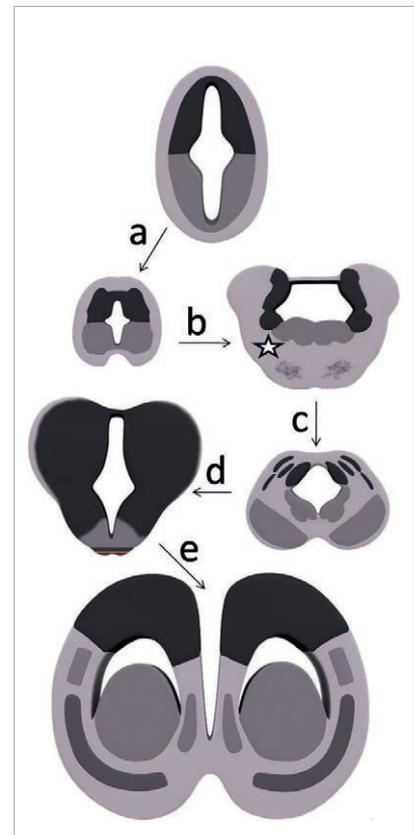


Figura 9. Representación esquemática de la pared del tubo nervioso y su evolución durante el desarrollo. Sustancia blanca en rosa claro, ☆

tificial (IA) en la enseñanza será determinante. En este caso, tal y como están las cosas, ni universidad pública ni privada, LA OTRA, la que dicte la IA. Ojalá que quienes tomen el relevo tengan suerte y acierten con el enfoque que la IA pueda dar en la enseñanza de una profesión tan fascinante como la nuestra. Evidentemente hay riesgos. Geoffrey Hinton, premio nobel de física en el año 2024, considerado el padrino de la IA, expresa algunos de ellos que se recogen en una entrevista concedida a la BBC (9), cuya lectura es aconsejable. Veremos, o veréis.

En la redacción del texto soy consciente de que he abusado del tiempo condicional y del pretérito pluscuamperfecto del subjuntivo. Ha sido de manera intencionada.

Termino ya, y lo hago como empezaba, con la alusión a la novela "El olvido que seremos". Su protagonista me lo pone en bandeja. Sigo su pauta. No tengo más salida que pedir perdón a mis alumnos, algunos de los cuales, a pesar de los pesares, me respetaron y me quisieron bien. Guardo con cariño los testimonios por escrito que me hicieron llegar, por un lado, a mí como profesor y, por otro lado,

destacando el valor de la anatomía en la actividad profesional. Al hilo de esto último añado el siguiente comentario:

«Dr. Munro made his lectures on human anatomy ad dull as he was himself, and the subject disgusted me. It has proved one of the greatest evils in my life that I was not urged to practise dissection, for I should soon have got over my disgust, and the practice would have been invaluable for all my future work. This has been an irremediable evil, as well as my incapacity to draw" (10).

Referencias

Nota: Es fácilmente comprensible que los títulos a incluir en este apartado son numerosos. No obstante, como quiera que este sea un sencillo artículo de opinión, considero que no procede incluir ni atlas, ni libros, ni publicaciones de anatomía que harían esta sección interminable. Me he limitado a considerar las obras aludidas en el texto y, al final sin numeración, mis libros favoritos de anatomía y que más influyeron en mi formación.

- (1) Abad HF. 2021. El olvido que seremos. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U. Barcelona.
 - (2) Jacob F. 1982. El juego de lo posible. Ediciones Grijalbo, Barcelona.
 - (3) International Anatomical Nomenclature Committee. 1956. *Nomina Anatomica*. International Federation of Associations of Anatomists.
 - (4) International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 1967. *Nomina Anatomica Veterinaria*. World Association of Veterinary Anatomists.
 - (5) Feneis H. 1967. Anatomisches Bildwörterbuch der Internationale Nomenklatur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
 - (6) Schaller O. 1992. Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
 - (7) Salazar I. 2016. Embriología veterinaria. 2ª edición. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Santiago de Compostela, España.
 - (8) Conesa SG I. 2015. (casi) Solo contra el mundo. Editorial Círculo Rojo. Almería.
 - (9) <https://www.bbc.com/mundo/articles/c8elg9j489eo>.
 - (10) Darwin, Ch. 1958. The autobiography of Charles Darwin, and selected letters. Dover Publications, New York.
- Barone R. 1965. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1, Ostéologie. Vigot Frères, París. Tome 2, Arthrologie et myologie. Tome 3, Splanchnologie I, Tome 4, Splanchnologie II. Tome 5, Angiologie. Tome 6, Neurologie I. Tome 7. Neurologie II.
- Miller ME, Christensen GC, Evans HE. 1964. Miller's Anatomy of the dog. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Nickel R, Schummer A, Seiferle E. 1968. Lehrbuch der anatomie der haustiere. Band I, Bewegungsapparat. Paul Parey, Berlin. Band II, Eingeweide. Band III, Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane, Band IV. Nervensystem, Sinnesorgane und Endokrine Drüsen.
- Popesko P. 1968. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo I, Cabeza y cuello. Salvat editores, Barcelona. Tomo 2, Tronco. Tomo III, Pelvis y miembros.
- Tuchmann-Duplessis H (1970) Embriología: Cuadernos prácticos. Toray-Mason, Barcelona.
- Zietschmann O, Krölling O. 1955. Lehrbuch der entwicklungsgeschichte der haustiere. Paul Parey, Berlín.

Del papiro de Ebers a la era molecular: la historia del descubrimiento de los parásitos intestinales y su diagnóstico

NAVARRO-SERRA, A.⁽¹⁾; ESCUDERO CERVERA, A.⁽¹⁾; SIMÓ MARTÍNEZ, M.S.⁽²⁾ y JORDÁ-MORET, J.V.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Calle Santiago Ramón y Cajal 20, Alfara del Patriarca, 45115 Valencia, Spain

⁽²⁾ Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Calle Santiago Ramón y Cajal 20, Alfara del Patriarca, 46115 Valencia, Spain

Contacto: ana.navarro1@uchceu.es

El descubrimiento de los parásitos intestinales

A lo largo de la historia, el análisis de textos antiguos ha desempeñado un papel crucial en la reconstrucción del conocimiento médico. En el caso de los parásitos intestinales, el *Papiro de Ebers* (Ilustración 1), un tratado egipcio de unos 3.500 años de antigüedad representa uno de los primeros registros conocidos que hacen alusión a estas entidades biológicas. Este documento no solo describe afecciones como la sarna y la presencia de un parásito intestinal (probablemente *Taenia saginata*), sino que también detalla el tratamiento empleado en esa época para combatirlo^{1,2}.

Esta evidencia demuestra el interés temprano en observar, comprender y tratar enfermedades parasitarias, sentando las bases

para lo que eventualmente se convertiría en el campo de la parasitología.

Con el tiempo, esta curiosidad por documentar lo observable fue aumentando. En la Antigua Grecia, Hipócrates, considerado



Ilustración 1. Papiro de Ebers. <https://www.bildindex.de/document/obj32029622>

el “padre de la medicina”, incluyó en sus escritos descripciones de diversas enfermedades que, aunque no se comprendían del todo, probablemente estaban relacionadas con la acción de parásitos. Su contemporáneo Aristóteles fue más allá al estudiar y categorizar parásitos gastrointestinales visibles. Siguiendo un enfoque sistemático, clasificó a algunos helmintos según su forma en anchos, aplanados, cilíndricos y filiformes. Este intento de ordenar y entender la diversidad parasitaria marcó un hito en la historia de la biología, aunque aún faltaban herramientas para observar con mayor detalle^{3,4,5}.

El conocimiento sobre parásitos continuó expandiéndose durante la Edad Media, en gran parte gracias a los médicos del mundo islámico. Figuras como Rhazes (865-925) y Avicena (980-1037) registraron descripciones precisas de enfermedades parasita-

rias, aunque en sus escritos no lograron vincular directamente la presencia de los parásitos con los síntomas observados. Sin embargo, estos textos dejaron un legado invaluable al preservar el conocimiento y estimular la curiosidad médica en una época donde muchas regiones carecían de avances significativos⁶.

La parasitología como ciencia emergente

El desarrollo de la parasitología como disciplina comenzó a consolidarse siglos después, con el trabajo del italiano Francesco Redi (1626-1697). Redi (Ilustración 2) es reconocido no solo por sus estudios sobre parásitos, sino también por refutar la creencia entonces generalizada de la generación espontánea. En una serie de experimentos meticulosamente diseñados, demostró que las larvas que aparecían en carne descompuesta no surgían “espontáneamente”, sino que provenían de huevos puestos por moscas. Este hallazgo no solo revolucionó el pensamiento científico de la época, sino que también sentó las bases para investigar el origen y los ciclos de vida de los parásitos^{5,7}.

Redi no se limitó a desmentir teorías; también se interesó en el estudio de parásitos intestinales en animales domésticos y silvestres. A través de observaciones detalladas realizadas en heces, autopsias y necropsias, logró identificar una notable variedad de parásitos macroscópicos. Sin embargo, la capacidad de identificar organismos más pequeños y comprender los ciclos de vida complejos estaba aún limitada por la tecnología disponible^{5,7}.

A medida que los científicos comenzaron a notar que muchos

“ El conocimiento del parasitismo no solo enriquece nuestra comprensión de la biodiversidad, sino que también contribuye al desarrollo de nuevas terapias y estrategias de control para enfermedades parasitarias que aún afectan a millones de personas en todo el mundo.”

problemas de salud, especialmente los relacionados con el aparato digestivo, estaban vinculados a parásitos internos, el interés en su estudio creció rápidamente. Este enfoque inicial estuvo centrado en los parásitos que afectaban a animales cercanos al ser humano, como caballos, ovejas, vacas y perros, por su importancia tanto económica como social.

Uno de los nombres más destacados de este periodo es el de Carl Linneo, quien, en su monumental labor de clasificación de especies, incluyó parásitos como *Ascaris lumbricoides*, *Fasciola hepatica* y *Taenia solium*⁸.



Ilustración 2. Francesco Redi (1626-1697) <https://picryl.com/media/francesco-redi-founder-of-experimental-biology-d5401e>

Un avance crucial fue el trabajo del alemán Friedrich Küchenmeister, quien demostró que los parásitos intestinales, como las tenias, no solo habitaban el interior de sus huéspedes, sino que completaban parte de su ciclo de vida allí. Esta conexión entre los parásitos y las enfermedades asociadas marcó un antes y un después en la forma de entender las relaciones entre los organismos y sus huéspedes, transformando la parasitología en una disciplina médica esencial⁹.

La revolución del microscopio

El desarrollo del microscopio revolucionó el estudio de los parásitos, permitiendo observar lo hasta entonces invisible. Aunque la invención de este instrumento se atribuye generalmente a Zacharias Janssen entre 1590 y 1595, otros relatos sugieren que la idea pudo ser de su padre, Hans Lippershey. Lo que está claro es que esta herramienta ofreció una nueva perspectiva sobre el mundo microscópico, permitiendo explorar organismos y estructuras que hasta entonces eran completamente inaccesibles.

El uso del microscopio se expandió rápidamente entre los científicos. Galileo Galilei publicó un estudio en 1610 donde utilizaba



PARASITOLOGÍA

el microscopio para fines científicos. En 1630, Francesco Stelluti también publicó una serie de dibujos detallados basados en sus observaciones con esta nueva herramienta¹⁰.

Los científicos empezaron a utilizarlo de forma habitual y se empezaron a descubrir numerosos parásitos que hasta el momento no había sido posible. Este avance permitió que los investigadores comenzaran a estudiar las características de los parásitos más pequeños y a comprender los mecanismos que utilizaban para sobrevivir y propagarse.

No obstante, fue Anton van Leeuwenhoek, un comerciante holandés, quien hacia finales del siglo XVII popularizó y perfeccionó un modelo de microscopio simple de su invención (Ilustración 3). Van Leeuwenhoek, no tenía formación científica alguna. De hecho, el desarrollo del microscopio fue durante su aprendizaje como tratante de telas y su primera función fue evaluar la calidad de las telas¹¹.

La contribución de Anton van Leeuwenhoek al mundo microscópico

Anton van Leeuwenhoek revolucionó por tanto la biología microscópica gracias a su insaciable curiosidad y a su habilidad técnica para perfeccionar instrumentos ópticos. Muchas de sus observaciones quedaron documentadas en cartas y manuscritos que envió a la *Royal Society* de Londres, así como a otras instituciones científicas y a figuras prominentes de la época. Estas comunicaciones, estudiadas y recopiladas por historiadores, representan un testi-

monio incalculable del inicio de la microbiología. En ellas, Leeuwenhoek describió con notable precisión un amplio rango de microorganismos entre los que se pueden identificar especies ciliadas que hoy conocemos¹².

Es fascinante que una parte significativa de estos documentos originales se haya conservado hasta nuestros días. Los archivos de la *Royal Society*, junto con bibliotecas y museos alrededor del mundo, albergan cartas y manuscritos que no solo evidencian los descubrimientos de Leeuwenhoek, sino que también reflejan su dedicación al perfeccionamiento de la observación microscópica. Durante sus años de investigación, desarrolló más de 500 modelos de microscopios, cada uno con lentes pulidas a mano, y experimentó con técnicas de preparación que mejoraban la calidad de sus observaciones¹¹⁻¹⁴. Sin embargo, un rasgo característico de su trabajo fue su gran secretismo: mientras documentaba minuciosamente los microorganismos que observaba, nunca compartió detalles precisos sobre cómo fabricaba sus microscopios o las técnicas específicas que empleaba. Este hermetismo añadió un aire de misterio a su figura y, aunque complicó la reproducción de sus métodos, no impidió que su legado científico se extendiera con el tiempo.

Entre sus múltiples hallazgos, Leeuwenhoek fue el primero en describir bacterias, organismos que en su época eran completamente desconocidos y cuya importancia para la biología y la medicina no se comprendería plenamente hasta siglos después. Aunque también realizó contribuciones al estudio de parásitos microscópicos, su reconocimiento en la historia científica está



Ilustración 3. Microscopio de Leeuwenhoek. <https://www.worldhistory.org/image/18041/leeuwenhoek-microscope/>

más estrechamente asociado a sus descripciones pioneras de bacterias y protozoos. Según Parker (1974), Porter (1976) y Finlay (2001), su trabajo fue fundamental para sentar las bases de la biología microscópica. Aunque en el campo de la parasitología sus aportes fueron limitados en comparación con sus contribuciones generales a la microbiología, no hay que olvidar que, entre sus descripciones, se encuentra el hallazgo del primer protozoo (1674). Desde el descubrimiento del primer protozoo, se sucedieron las descripciones de otros protozoos como *Giardia duodenalis* (Ilustración 4), descrita también por Anton Van Leeuwenhoek en 1681¹¹⁻¹⁴.

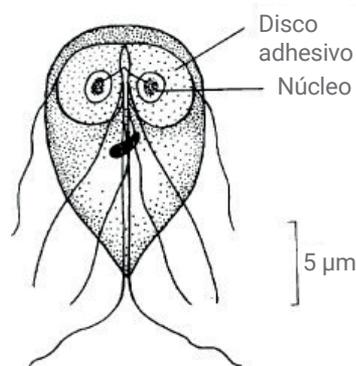


Ilustración 4. Esquema de trofozoíto de *Giardia duodenalis* (Imagen adaptada de Bogitsh et al., 2013)

Avances en biología microscópica durante el siglo XIX

Con estos nuevos conocimientos, la parasitología dio un paso definitivo hacia su consolidación como disciplina científica, permitiendo no solo diagnosticar con mayor precisión las infecciones parasitarias, sino también estudiar los ciclos de vida de estos organismos. Se abrió la puerta a una nueva era en el estudio de los organismos microscópicos. A medida que mejoraban los microscopios y las técnicas de observación, surgieron nuevos descubrimientos que ampliaron significativamente nuestro entendimiento de los parásitos. El siglo XIX fue un periodo de grandes avances, marcando un antes y un después en la parasitología⁶.

Uno de los hitos de esta época fue el descubrimiento de *Trichinella spiralis* en 1835, realizado por Richard Owen⁸. Este hallazgo permitió entender cómo este parásito afectaba los tejidos musculares de sus hospedadores, un conocimiento que tendría implicaciones tanto en medicina humana como veterinaria. Más adelante, en 1849, Gross identificó *Entamoeba gingivalis*, el primer protozoo relacionado con infecciones bucales humanas.

La diferenciación de especies parasitarias similares representó un reto importante para los científicos de la época. Kuchenmeister, en 1851, logró distinguir entre dos especies de tenias, *Taenia solium* y *Taenia saginata*, basándose en diferencias estructurales y biológicas. Este logro en la parasitología permitió asociar cada especie con enfermedades específicas y con diferentes tipos de hospedadores⁹.

En 1857, Malmsten describió por primera vez *Balantidium coli* (Ilus-

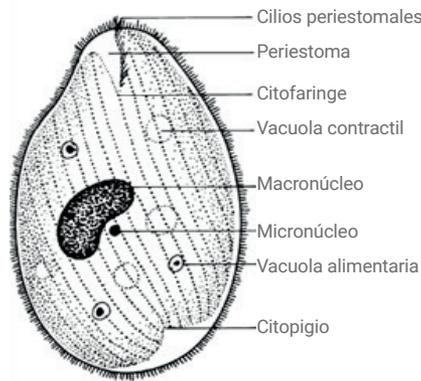


Ilustración 5. Esquema de un trofozoito de *Balantidium coli* (Imagen adaptada de Bogitsh et al., 2013)

tración 5), un parásito que puede infectar a humanos y animales. La importancia de este hallazgo radicó en la relación directa que se estableció entre la presencia del parásito y los síntomas clínicos. Un avance similar ocurrió en 1875, cuando Lösch documentó la asociación entre *Entamoeba histolytica* y casos de diarrea grave en humanos. Este descubrimiento fue clave para demostrar que los parásitos no solo coexistían con sus hospedadores, sino que podían ser agentes causales de enfermedades específicas¹⁵.

La consolidación de la parasitología y el desarrollo del diagnóstico coproparasitario

El interés por los parásitos y su impacto en la salud humana y animal no solo se mantuvo, sino que creció exponencialmente a medida que se comprendían mejor sus ciclos de vida, mecanismos de transmisión y efectos en el organismo. Durante el siglo XIX, los avances en microscopía y biología celular permitieron a los científicos observar con ma-

yor claridad las estructuras de los parásitos, diferenciarlos de otros microorganismos y desarrollar métodos más precisos para diagnosticarlos. Se comenzaron a implementar distintos métodos para el diagnóstico de parásitos, aunque el auge de las técnicas coproparasitarias no se consolidó hasta el siglo XX, momento en el que también empezaron a documentarse ampliamente en la literatura científica.

El examen microscópico directo, introducido por Parona y Perugia en 1878, fue uno de los primeros en utilizarse. Este método presentaba dos enfoques principales: en el primero, una pequeña cantidad de materia fecal se suspendía en una solución líquida y luego se analizaba bajo el microscopio^{16,17}. En el segundo, se homogenizaban aproximadamente dos gramos de heces en una suspensión, de la cual se tomaba una gota para su observación. En ambos casos, se podía emplear un colorante para mejorar la visibilidad de los elementos parasitarios. No obstante, el principal inconveniente de este enfoque radicaba en que la cantidad limitada de muestra analizada no garantizaba resultados representativos ni confiables. Este desafío impulsó el desarrollo de técnicas de concentración y enriquecimiento, como los métodos de flotación y sedimentación, que permitieron superar estas limitaciones¹⁸⁻²⁰.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la parasitología se consolidó como una disciplina científica gracias a la integración de diferentes áreas del conocimiento, como la medicina, la veterinaria y la agricultura. Los parásitos dejaron de ser vistos como simples "invasores" y comenzaron a ser estudiados como organismos complejos, con ciclos de vida que involucraban múltiples hospedadores, estrategias de super-



vivencia y se empezaron a hacer algunas investigaciones sobre la posible sintomatología. Este cambio de perspectiva permitió desarrollar mejores métodos de control y prevención, tanto en humanos como en animales²¹.

En 1902, Charles Wardell Stiles planteó la hipótesis de que *Giardia duodenalis* podría estar vinculada a casos de diarrea. Durante la Primera Guerra Mundial, se realizaron experimentos en los que animales de laboratorio sanos desarrollaron síntomas gastrointestinales similares a los de soldados enfermos al ser expuestos a quistes de *Giardia* provenientes de estos últimos. Se cree que estos experimentos se basaban en John Elliotson. Con el tiempo, diferentes investigaciones comenzaron a asociar la presencia de este parásito con diversas afecciones digestivas, hasta que, en 1954, Robert Rendtorff confirmó de manera concluyente su relación directa con la enfermedad^{12,22-26}.

Como se menciona anteriormente, el desarrollo de técnicas coparasitarias fue uno de los avances más destacados del siglo XX. Estas técnicas, basadas en el análisis microscópico de muestras fecales, facilitaron la detección y cuantificación de parásitos en los hospedadores. El diagnóstico coparasitario comenzó a incluirse en la práctica diaria de médicos y veterinarios clínicos. Al mismo tiempo se iban desarrollando métodos nuevos para identificar formas parasitarias en muestras fecales. El uso de microscopios se volvió una herramienta esencial para observar los huevos, larvas y quistes de los parásitos. Durante este tiempo, los veterinarios empezaron a reconocer la importancia del diagnóstico coparasitario en el control de enfermedades que afectaban a las explotaciones ga-

naderas y a los animales domésticos.

En las décadas de 1920 y 1930, se introdujeron técnicas básicas de flotación y el método de sedimentación. Estas técnicas se basan en la diferencia de densidad entre los huevos de los parásitos y las soluciones utilizadas, permitiendo que los huevos floten o se depositen en el fondo de los tubos de ensayo, facilitando su observación bajo el microscopio.

El método de concentración por flotación permite reunir un mayor número de formas parasitarias en un volumen reducido, optimizando así su detección. A lo largo del tiempo, se han desarrollado distintas soluciones de flotación con características particulares, como el sulfato de zinc introducido por Faust en 1938 o la solución de Sloss descrita en 1978. La efectividad de estas soluciones varía según el tipo de parásito que se busque identificar. Posteriormente, se realizaron ajustes en las gravedades específicas de las soluciones, ya sea modificando la proporción de los reactivos empleados o combinando diferentes sustancias. Además, se promovió el uso reiterado de soluciones costosas, como el yodomercuriato de potasio, para optimizar los recursos disponibles²⁷⁻³¹.

El método de concentración por sedimentación apareció paralelamente a la flotación. Sobre 1930, Faust describe un método de sedimentación con agua corriente, que requiere entre 30 y 45 minutos para su realización. Con el tiempo, comenzaron a surgir diversas modificaciones para optimizar su eficacia diagnóstica. Por ejemplo, en 1946, Faust e Ingalls incorporaron una solución acuosa de glicerina al 0,5% como parte del procedimiento. En 1947, Jahnes y Hodges introdujeron el uso de alcohol etílico al 10%^{18,28-31}.

El conocimiento sobre parásitos intestinales en animales fue creciendo rápidamente durante la primera mitad del siglo XX. Veterinarios y científicos comenzaron a reconocer el impacto de las infecciones parasitarias no solo en el bienestar animal, sino también en la productividad de las especies de ganado. Enfermedades causadas por nematodos (gusanos redondos), cestodos (tenias) y trematodos (duelas) se identificaron como causa de importantes pérdidas económica en la agricultura.

Evolución de las técnicas diagnósticas en la segunda mitad del siglo XX

Con el avance de la tecnología y el refinamiento de los métodos de diagnóstico, en las décadas de 1950 y 1960 se introdujeron nuevas técnicas coparasitarias más eficientes. Por ejemplo, la técnica de sedimentación con centrifuga mejoró la sensibilidad del diagnóstico coparasitario, aumentando las probabilidades de detectar una infestación parasitaria, incluso en casos de baja carga parasitaria. En 1956, Euzéby propuso mejorar el método de sedimentación añadiendo un detergente al agua utilizada. Barrody y Most empiezan a centrifugar con el fin de disminuir el tiempo de procesado, Boray y Pearson utilizan colorante (azul de metileno) para diferenciar mejor los huevos^{18,31,32}.

En el caso de la flotación, se han realizado modificaciones como la comercialización de nuevos recipientes para realizar esta técnica. Por ejemplo, Ovatector®, un recipiente cilíndrico más bajo y ancho que el tubo de ensayo, u otros como la cámara de Mini-flotac®

que dispone de dos cámaras de flotación con capacidad para un mililitro de muestra cada una (Ilustración 6).

Del mismo modo, durante la segunda mitad del siglo XX, el diagnóstico coproparasitario se volvió más sofisticado a medida que los veterinarios comenzaron a utilizar tinciones especiales para mejorar la visualización de los parásitos. Por ejemplo, la tinción de Ziehl-Neelsen modificada facilitó la identificación de parásitos protozoarios como *Cryptosporidium* y otros coccidios, que pueden ser difíciles de detectar con técnicas tradicionales. Estos avances contribuyeron significativamente al control de brotes parasitarios en animales de granja y en especies domésticas^{33,34}.

Además, las décadas de 1980 y 1990 marcaron un aumento en la comprensión de los ciclos de vida de los parásitos y su epidemiología. Esto permitió a los veterinarios desarrollar programas de desparasitación más efectivos, basados en la identificación precisa de los parásitos presentes en cada entorno y especie. En particular, el uso del diagnóstico coproparasitario como parte de un enfoque integrado para el control de parásitos en animales de granja resultó en una disminución en las pérdidas económicas causadas por infecciones parasitarias.

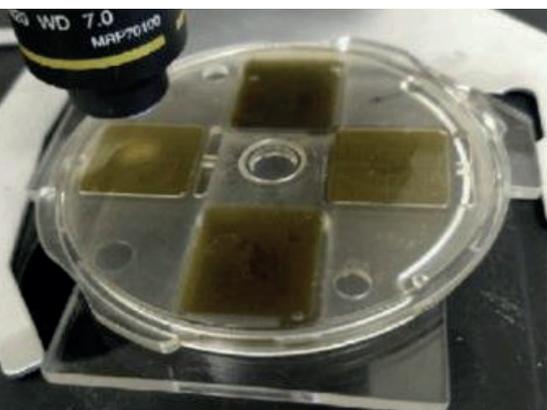


Ilustración 6. Cámara de Mini-flotac®

“ En la actualidad se sigue utilizando el diagnóstico coproparasitario para identificar y describir de forma más precisa los parásitos, los ciclos de vida y los mecanismos de transmisión. La historia de esta técnica refleja una evolución continua que ha mejorado la salud animal y la bioseguridad global.”

Diagnóstico coproparasitario en la Era Moderna

En las últimas décadas, el diagnóstico coproparasitario ha experimentado un notable progreso con la incorporación de tecnologías moleculares y automatizadas. El uso de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) ha permitido la detección de ADN parasitario en muestras fecales, proporcionando un método altamente sensible y específico para identificar parásitos que no siempre son fáciles de localizar mediante métodos tradicionales. Esto ha sido particularmente útil para detectar protozoos como *Giardia* y *Toxoplasma gondii*, que pueden pasar desapercibidos en los análisis convencionales. El análisis coproparasitario también se ha beneficiado del desarrollo de kits comerciales que permiten a los veterinarios realizar pruebas rápidas y precisas en las clínicas sin la necesidad de enviar muestras a laboratorios externos. Además, los avances en la automatización y la inteligencia artificial están revolucionando la capacidad para identificar y cuantificar parásitos de manera más eficiente, reduciendo el error humano y mejorando la precisión del diagnóstico.

Curiosamente, se observa que el examen directo se sigue empleando, haciendo referencia a

técnicas descritas en los años ochenta. Este hecho se puede explicar, ya que el examen directo conserva el movimiento de las formas parasitarias, lo que facilita su identificación. La peculiaridad que más varía del examen directo, entre los autores, es la utilización o no de un colorante, siendo el lugol el más utilizado^{19,31,35,36}.

Impacto y futuro del diagnóstico coproparasitario

Esta técnica diagnóstica ha sido fundamental en el control de enfermedades parasitarias en animales domésticos y de granja, así como en la protección de la salud pública. Muchas enfermedades parasitarias de los animales tienen un componente zoonótico, como es el caso de la hidatidosis, causada por *Echinococcus granulosus*, y la toxoplasmosis, transmitida por *Toxoplasma gondii*. Por lo tanto, el diagnóstico coproparasitario no solo protege la salud de los animales, sino también la de las personas que interactúan con ellos.

A medida que el cambio climático y la globalización afectan la distribución de los parásitos, el diagnóstico coproparasitario seguirá siendo una herramienta clave en la lucha contra las enfermedades parasitarias emergentes. El futuro de esta técnica probablemente



incluirá el uso de tecnologías de secuenciación de nueva generación y plataformas de diagnóstico digital, que permitirán a los veterinarios detectar infecciones parasitarias con una precisión sin precedentes y personalizar los tratamientos según las especies parasitarias identificadas.

Conclusión

El estudio del parasitismo sigue siendo un campo dinámico y en constante evolución. Gracias a las herramientas modernas, los científicos han logrado explorar aspectos fundamentales, como el

origen evolutivo del parasitismo y los mecanismos moleculares que utilizan los parásitos para invadir y adaptarse a sus hospedadores. Este conocimiento no solo enriquece nuestra comprensión de la biodiversidad, sino que también contribuye al desarrollo de nuevas terapias y estrategias de control para enfermedades parasitarias que aún afectan a millones de personas en todo el mundo³⁷⁻³⁹.

En la actualidad se sigue utilizando el diagnóstico coproparasitario para identificar y describir de forma más precisa los parásitos, los ciclos de vida y los mecanis-

mos de transmisión⁴⁰. La historia de esta técnica refleja una evolución continua que ha mejorado la salud animal y la bioseguridad global. Desde las técnicas microscópicas iniciales hasta las herramientas moleculares avanzadas de hoy en día, esta área de la medicina veterinaria ha sido fundamental para detectar y tratar infecciones parasitarias. Con los avances futuros, el diagnóstico coproparasitario continuará siendo una pieza central en la gestión de la salud animal y el control de enfermedades parasitarias en todo el mundo.

Referencias

1. Bardinnet, T. (1995). Les papyrus médicaux de l'Égypte pharaonique. Traduction intégrale et commentaire. Ed. Fayard, Paris.
2. Bryan, C. P. (1930). The Papyrus Ebers (translated from the German). Geoffrey Bles, London, United Kingdom.
3. Ross, W.D. (1977). Aristotle. Methuen Publishing, London.
4. Rota, E. (2001). Early oligochaete science, from Aristotle to Francesco Redi. Archives of Natural history. 38(1): 136–163.
5. Voultsiadou, E.; Gerovasileiou, V.; Vandepitte, L.; et al. (2018). Aristotle's scientific contributions to the classification, nomenclature and distribution of marine organisms. Mediterranean Marine Science, 18(3): 468–478.
6. Cox, F.E.G. (2002). History of human parasitology. Clinical Microbiology reviews. pp 592–612.
7. Redi, F. (1970). Diagnostic experimental del helminthoses animales. Travaux pratiques d'helminthologie veterinaire, (1).
8. Foster W.D. (1965). A history of parasitology (Edinburgh: Livingstone), pp 68–79.
9. Küchenmeister F. (1857). On animal and vegetable parasites of the human body, a manual of their natural history, diagnosis, and treatment. Ed. The Sydenham Society, London.
10. Bardell, D. (1983). The first record of microscopic observations. BioScience. Ed. Oxford University Press. 33(1): 36-38.
11. Parker V. (1965) Antony van Leeuwenhoek. Bulletin of the Medical Library Association. 53(3):442- 447.
12. Campos, T. y Vázquez, O. (1999). Reseña Histórica del Descubrimiento de los Intrusos del Arca y de sus Cazadores. (1a. parte). Acta Pediátrica Mexicana. 20, pp. 55-60.
13. Porter, J.R. (1976) Antony van Leeuwenhoek: tercentenary of his discovery of bacteria. Bacteriological reviews. 40(2):260-269.
14. Finlay B.J.; Esteban G.F. (2001) Exploring Leeuwenhoek's legacy: the abundance and diversity of protozoa. International Microbiology. 4(3):125-133.
15. Da Silva Barbosa A.; Ponce-Gordo F.; Dib L. V., et al. (2017) First molecular characterization of Balantidiales (Malmsten, 1857) isolates maintained in vitro culture and from feces of captive animals, Rio de Janeiro, Brazil. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, 10:102–113.
16. Ktari, M.H. (1969) Research on the anatomy and biology of Microcotyle salpae (Parona and Perugia, 1890) parasite of Box salpa L. (teleostean). Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, 44(4):425–439.

17. Gillespie, T. R. (2006). Noninvasive assessment of gastrointestinal parasite infections in free-ranging primates. *International Journal of Primatology*, 27(4):1129–1143.
18. Ash, L. R. y Orihel, T. C. (1987). *Parasites: A guide to laboratory procedures and identification*. American Society of Clinical Pathologists. Ed. Raven Press.
19. Karere, G. M. y Munene E. (2002). Some gastro-intestinal tract parasites in wild De Brazza's monkeys (*Cercopithecus neglectus*) in Kenya. *Veterinary Parasitology*, 110(1):153–157.
20. Ash, L. R. y Orihel, T. C. (2010). *Atlas de Parasitología Humana/ Atlas of Human Parasitology*. Ed. Médica Panamericana.
21. Elliotson, J. (1839). Lectures on the theory and practice of medicine: worms. *The London Medical Gazette*, 12:689–695.
22. Dobell, C. (1921). A report on the occurrence of intestinal parasites in the inhabitants of Britain with special reference to *Entamoeba histolytica*. Medical Research Council, Special Report Series no 59. His Majesty's Stationery Office, London, United Kingdom.
23. Thompson, R.C.A.; Reynoldson, J.A.; Lymbery, A.J. (1994) *Giardia: From Molecules to Disease*. CAB International.
24. Jakubowski, W. y Hoff, J.C. (1979) Waterborne transmission of giardiasis proceeding of a Symposium Held At Cincinnati Ohio On Sept 18-20, 1978. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-600/9-79-001.
25. Miller, R. (1926). Lamblisis as a cause of chronic enteritis in children. *Archives of Disease in Childhood*, 1:93–98.
26. Rendtorff, R. C. (1954) The experimental transmission of human protozoan parasites. II. *Giardia lamblia* cysts given in capsules. *The Journal of Hygiene*. 59:209–220.
27. Bailenger J. J. y Faraggi G. (1973). *Coprológie parasitaire et fonctionnelle*. Ed. E. Drouillard, Bordeaux, Francia.
28. Foerster, S.; Kithome, K.; Cords, M.; Monfort, S.L. (2015) Social status and helminth infections in female forest guenons (*Cercopithecus mitis*). *American journal of physical anthropology*, 158(1):55–66.
29. Levine, N. D. ; Mehra, K. N. ; Clark, D. T. et al. (1960) A comparison of nematode egg counting techniques for cattle and sheep feces. *American journal of veterinary research*, 21:511-515.
30. Cringoli, G.; Rinaldi, L.; Veneziano, V., et al. (2004) The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 123(1):121–131.
31. Navarro-Serra, A.; Jordá-Moret, J.V.; Sanz-Cabañes, H. (2019) Historia de las técnicas de diagnóstico coproparasitario en PNH. XXV Congreso Nacional y XVI Iberoamericano de Historia de la Veterinaria.
32. Gillespie, T. R. ; Chapman, C. A. ; Greiner E. C. (2005) Effects of logging on gastrointestinal parasite infections and infection risk in African primates. *Journal of Applied Ecology*, 42(4):699–707.
33. Tahvildar-Biderouni, F.; Salehi, N. (2014) Detection of *Cryptosporidium* infection by modified ziehl-neelsen and PCR methods in children with diarrheal samples in pediatric hospitals in Tehran. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench. Spring*;7(2):125-130.
34. Luján Zanaro, N.; Garbossa, G. (2008) *Cryptosporidium*: cien años después. *Acta Bioquímica clínica latinoamericana*, 42(2): 195-201.
35. Da Silva Barbosa, A.; Pissinatti, A.; Dib, L.V. et al. (2015). *Balantidium coli* and other gastrointestinal parasites in captives non-human primates of the Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of medical primatology*, 44(1):18–26.
36. Zanzani, S. A.; Gazzonis, A.L.; Epis, S.; Manfredi, M.T. (2015) Study of the gastrointestinal parasitic fauna of captive non-human primates (*Macaca fascicularis*). *Parasitology Research*, 115(1):1–6.
37. Lonc, E.; Plonka-Syroka, B. (2005). Scientific standars in parasitology in historical perspective. *Wiadomosci Parazytologiczne*, 51(3):197-207.
38. Sánchez, C. (2000). Origen y evolución del parasitismo. Academia de Ciencias de Zaragoza. Discurso de ingreso.
39. Zimmer, C. (2017). *Parásitos*. Ed. Capitán Swing Libros.
40. Bogitsh, B.J.; Carter, C.E.; Oeltmann, T.N. (2013). *Human parasitology*. Academic Press.

Redacción de artículos científicos para veterinarios no investigadores

MERCEDES GONZÁLEZ FERNÁNDEZ DE CASTRO

Veterinaria especialista en comunicación científica

www.comunicacionescientificas.com

¿Por qué debería publicar si no me dedico a la investigación?

Cualquier veterinario, sea cual sea su ámbito de trabajo, tiene algo que decir sobre sus experiencias, pues sus hallazgos pueden contribuir significativamente al conocimiento científico. En ocasiones, asociamos el concepto «investigación» con la labor que se desarrolla en un laboratorio, institución o universidad, cuando en realidad cualquier proceso sistemático que lleva a la obtención de conclusiones a partir de los hallazgos, en condiciones de campo, también se puede considerar investigación.

Publicar los resultados derivados de una actividad profesional resulta interesante para otros colegas, que los pueden aprovechar para su propia práctica, o bien los pueden retomar para abrir una nueva línea de investigación.

Siempre es interesante animarse a publicar, porque nos da a conocer como expertos en un tema, permite adquirir prestigio en nuestro campo de conocimiento, acudir a foros y conferencias como ponente, conseguir financiación en algunos casos y, en definitiva, contribuir al desarrollo de la ciencia dejando un legado.

Además, los hallazgos de la práctica veterinaria son útiles para educar y concienciar a la ciudadanía sobre los problemas que conciernen a la convivencia con animales, la salud pública o la obtención de alimentos, así como sus soluciones, a través de la divulgación científica, incluyendo la publicación de artículos de investigación, o de la difusión mediante los medios de comunicación.

Cómo plantear una publicación científica

Una vez que nos decidimos a publicar, es útil conocer el proceso para minimizar las tasas de rechazo y optimizar el trabajo (figura 1).

La primera cuestión a tener en cuenta antes de escribir el artículo es analizar cuál es el público que va a leerlo, con el fin de captar su interés. De esto depende su enfoque y diseño, ya que no es igual dirigir un texto a la ciudadanía, quien necesita un tono divulgativo, que un público veterinario. Dentro de este último grupo, es necesario diferenciar si está muy especializado en el tema, por lo que estará más interesado en los detalles o en los últimos avances, o si es generalista o de otro campo de conocimiento y la aproximación deberá ser menos detallista.

Cualquier nuevo hallazgo, nueva descripción o tendencia es motivo de publicación si aporta algo original y novedoso. A veces es difícil encontrar un tema para publicar, aunque se pueden sacar ideas al realizar estudios observacionales, entre ellos las series de casos. Se trata de estudios epidemiológicos descriptivos sencillos, que agrupan casos clínicos con características comunes, que ocurren a lo largo de un periodo de tiempo. Pueden ayudar a describir mejor una enfermedad, notificar efectos adversos, describir tendencias en una presentación clínica o en la prevalencia, etc. Al realizarse bajo condiciones reales de campo y no estrictamente controladas en un entorno experimental, están sujetos a más factores de confusión y por eso se considera que su nivel de evidencia es menor y su reproducibilidad es escasa, pero no por ello son menos interesantes. Por ejemplo, se puede describir el comportamiento de una enfermedad infecciosa en condiciones de campo que presenta indicadores diferentes a los que tendría en condiciones experimentales, o que estaría bajo la influencia de factores como las condiciones climáticas, el manejo de los animales, la alimentación, el alojamiento, etc. Si, además, se pudieran detectar dichos factores, son elementos muy valiosos que contribuyen al conocimiento de estas enfermedades en condiciones de campo.

El método científico es la base metodológica aceptada por la comunidad científica que debe avalar y guiar cualquier estudio, y respaldar cualquier publicación. Un estudio que acata el método científico debe cumplir con dos principios fundamentales: la refutabilidad (cualquier conclusión o afirmación que se realice sobre una observación es susceptible de que otro científico la rectifique, amplíe, impugne o mejore) y la reproducibilidad (la metodología debe permitir que al recrear las condiciones experimentales se puedan extraer las mismas conclusiones). Cualquier estudio veterinario de campo se puede adaptar al método científico mediante la observación sistemática y toma de datos con medidas estandarizadas para evitar el efecto de los factores de confusión, los sesgos y el azar.

El factor de impacto y la revisión por pares

Cualquier publicación científica debe ser respaldada por la evidencia, es decir, se basa en resultados obtenidos de estudios elaborados con una metodología que garantiza que lo

“ Publicar es una herramienta clave para compartir conocimiento y contribuir al desarrollo de la profesión veterinaria. Cualquier veterinario con inquietud por aportar a la misma los resultados de sus observaciones puede ser un colaborador muy valioso ”

que se presenta tiene una alta probabilidad de ser repetible.

Un journal, o revista científica, es en realidad un método estandarizado que sirve para compartir resultados de investigación que son reproducibles y pasan a formar parte del acervo científico. Los artículos se publican siguiendo un formato acordado (IMRyD: introducción, métodos, resultados y discusión) para que sean comparables y fácilmente consultables, evitando la confusión. El proceso editorial que se aplica para la publicación de los artículos asegura que se apliquen las normas de calidad para garantizar que los textos sean correctos, mediante el proceso de revisión por pares y de edición.

Los artículos presentados a una revista deben seguir las normas editoriales para que sean aceptados y publicados. Para facilitar el éxito en la publicación, es recomendable comprobar previamente que los objetivos del artículo coinciden con los de la revista y asegurarse de que el manuscrito encaja a la perfección con las normas de publicación de la editorial, que suelen estar accesibles para su consulta por los futuros autores.

Una vez recibido en la editorial, el original se somete a revisión por pares o *peer review*, el sistema de validación científica que contrasta el método, los resultados y las conclusiones por parte de varios expertos en el tema, llamados revisores o *referees*. El re-



Figura 1. El proceso de publicación de artículos científicos. Después de definir bien el tema y el público al que se dirige, una buena búsqueda bibliográfica y un análisis bibliométrico exhaustivo permiten elegir la revista idónea para publicarlo. Después, hay que seguir las indicaciones de la editorial antes de comenzar con el proceso, a veces incluyendo una carta de intención de cortesía para solicitar autorización para publicar en la revista elegida. La redacción debe ser clara y concisa, cuidando el lenguaje científico y el estilo de la revista. Tras la revisión por pares, en la que es posible que se soliciten correcciones, se logra la publicación.



“ Conocer a fondo el proceso editorial, dominar las técnicas de redacción científica y aplicar son esenciales para aumentar las posibilidades de tener éxito al publicar, reduciendo las tasas de rechazo ”

sultado de la revisión puede ser la aceptación, la devolución para su corrección, o el rechazo total.

A la hora de publicar, uno de los criterios para elegir la revista que más nos interesa puede ser su factor de impacto. Se trata de un índice que mide la media del número de veces que un artículo se cita en la literatura científica, y que sirve para comparar las revistas y clasificarlas según su importancia relativa respecto a una disciplina.

Publicar en una revista con un alto factor de impacto se suele asociar con un mayor prestigio para el autor y el artículo y, por tanto, mayores oportunidades posteriores de conseguir financiación, visibilidad o invitaciones a próximas publicaciones y conferencias. Pero esto no tiene por qué ser sinónimo de alta calidad, ya que solo mide la probabilidad de que un artículo reciba un mayor número de citas por haberse publicado en una revista determinada y, de hecho, hay más índices alternativos de bibliometría para tomar decisiones sobre las revistas a elegir para publicar.

Las claves para conseguir una publicación exitosa residen en presentar un tema que tenga interés para el editor de la revista y para el potencial lector que consulte el artículo. La publicación debe ser original y novedosa, aportando información relevante para la comunidad científica y la sociedad. La calidad del diseño, la metodología del estudio y la reproducibilidad de los resultados son imprescindibles para evitar los rechazos por errores de fondo. Finalmente, elegir la revista que esté alineada con la temática del

estudio, hará que sea más probable despertar el interés del editor.

La documentación bibliográfica

La bibliografía consultada respalda las ideas presentadas en el trabajo, ya que se contrastan otras que se han publicado previamente y que pueden apoyar o contradecir lo que se expone en el artículo. Además, sirve como fuente que aporta lecturas adicionales que amplían la información si el lector desea consultar más datos relativos a investigaciones similares.

Para realizar una buena búsqueda bibliográfica, es necesario consultar las bases de datos en las que se indexan las publicaciones bajo una serie de criterios que la optimizan. El procedimiento debe ser sistemático, idealmente basado en algoritmos booleanos que emplean valores de lógica binaria, de inclusión o exclusión de términos. De esta manera, se afina la búsqueda para encontrar aquellos artículos que contienen (o no) las palabras clave deseadas en el título, el *abstract* y demás metadatos. Así, nos evitamos leer artículos de menor interés que no están tan relacionados con lo que queremos consultar.

Hay revistas que son de acceso abierto (*open access*), mientras que otras exigen el pago por su consulta o descarga. En este último caso, suelen estar disponibles bajo suscripción y muchas instituciones (universidades, grandes centros de investigación, hospitales públicos) disponen de ellas.

Para sacar conclusiones sólidas sobre la información recabada en la bibliografía, es fundamental emplear la técnica de la lectura crítica. Es necesaria para ser lo más imparcial posible y no contaminarse con opiniones subjetivas. La lectura crítica revisa el diseño del estudio, la metodología, y compara los resultados y las conclusiones con los obtenidos de otras publicaciones; consiste en asumir que las afirmaciones y conclusiones son ciertas con una probabilidad muy elevada, llegando a la justificación más razonable, aunque sin asumirla como la verdad absoluta. Cualquier publicación presenta un cierto margen de error, debido a los sesgos y a la posibilidad de que haya cambios más adelante, cuando la investigación aporte nuevos datos (de ahí el principio de refutabilidad del método científico).

Las publicaciones científicas están sujetas a sesgos de publicación, que hacen que los resultados publicados tiendan a estar ligeramente alterados debido a que las editoriales tienen cierta afinidad por publicar artículos con resultados significativos o favorables frente a los que no lo son. El propio sistema de revisión por pares, a pesar de ser ciego, puede aplicar un sesgo en favor de las publicaciones que concluyen aquello que está de acuerdo con lo que los revisores piensan, incluso de manera inconsciente o involuntaria.

El sesgo de publicación también se refiere a que, en ocasiones, se puede dar prioridad a los estudios que se consideran más relevantes por su temática, por sus resultados o por su nivel de financiación. Además, hay que tener en cuenta que el propio autor tiene sus propios sesgos de búsqueda, por los que puede citar más aquellos artículos que le dan la razón a lo que está publicando frente a los que puedan concluir algo que no va alineado o lo contradice por completo o en parte.

Para minimizar el efecto de los sesgos, en primer lugar, es necesario ser

conscientes de su existencia. Consultar fuentes diversas, y autores de diferentes procedencias, también ayuda a tener puntos de vista variados. Otras formas de controlar los sesgos son aceptar la posibilidad de la existencia de ideas contradictorias, ser capaces de interpretarlo, revisar bien la metodología y la estadística de los estudios, y aplicar el pensamiento crítico.

Estructura y redacción del artículo científico

Es deseable que los artículos científicos sigan la estructura clásica IMRyD (introducción, métodos, resultados y discusión), ya que es la estandarizada y facilita la consulta (figura 2). Por otra parte, es la que probablemente exigirán la mayoría de los editores. En cualquier caso, siempre se deben

seguir las indicaciones de cada editorial.

El título explica de un vistazo en qué consiste el artículo, así que su redacción es crítica. Supone la decisión instantánea de consultarlo o no ante un lector ocupado que dispone de poco tiempo y no quiere detenerse en los detalles tratando de descifrar qué significa una frase larga. Por tanto, el título debe ser corto, y tiene que incluir todas las palabras clave del texto, ya que se utilizará para indexar el artículo para que aparezca en los buscadores, siendo rápido y fácil de entender. Por su complejidad a la hora de redactar, se recomienda que se haga después de terminar el artículo.

En ocasiones se impone de una forma mal entendida la tradicional tiranía del *publish or perish* (publica o perece) y el orden de los autores puede ser un origen de conflicto. Por eso, este debe ser pactado incluso previamente a su redacción. Suele relacionarse

al primer autor con el investigador principal, y así en orden decreciente de contribución al trabajo. Aunque no siempre es así, pues el investigador principal puede estar aportando su nombre y prestigio, pero el resto del equipo ha aportado gran parte del trabajo, incluida la redacción, y lo justo sería que firmara el artículo en orden proporcional a su contribución. Una buena estrategia es seguir las pautas del Committee on Publication Ethics, que ha elaborado documentos de consulta para elaborar publicaciones científicas bajo criterios claros y estrictos.

El resumen o *abstract* contiene en un párrafo toda la información relativa al trabajo. Es una de las partes fundamentales del artículo, ya que se indexa en todas las bases de datos junto con el título y los autores. El *abstract* tiene que incluir todas las secciones del formato IMRyD y las palabras clave que servirán para su indexación. Su extensión es limitada, a un máximo de entre 250 y 300 palabras. Al igual que el título, se recomienda redactarlo después de terminar el texto definitivo del artículo.

Las palabras clave son aquellos términos, aislados o agrupados, que permiten clasificar los artículos en los sistemas de indexación, localizarlos con facilidad en las bases de datos de su área temática y, por ello, facilitan su difusión. También son un instrumento valioso en bibliometría para estudiar las corrientes de investigación. Su inclusión es imprescindible a lo largo de todo el manuscrito.

La introducción es la sección que justifica los objetivos y el motivo por el cual se ha llevado a cabo el estudio, e indica si existe algún antecedente. Se aporta un contexto y una idea central sobre el artículo, en una o dos frases, para que el lector sepa en qué consiste. También se incluye un resumen de los hallazgos principales de la búsqueda bibliográfica.

El apartado de materiales y métodos responde a la cuestión sobre cómo se llevó a cabo el estudio, para garan-



Figura 2. Esquema que representa la estructura en forma de reloj de arena de un artículo científico. La fase inicial abre las posibilidades al plantear los antecedentes descritos en la bibliografía, y se va estrechando al formular la hipótesis de trabajo, la metodología y describir cómo se obtienen los resultados. El flujo vuelve a ampliarse al afrontar la discusión y las conclusiones, a la vez que se contrasta la bibliografía. Imagen adaptada de Turbek SP, et al. Scientific writing made easy: A step-by-step guide to undergraduate writing in the biological sciences. *Eco* 101 2016; 97(4): 318-427.

tizar la validez de los resultados y la reproducibilidad. El diseño se describe con detalle, incluyendo el tamaño muestral, el tipo de estudio, el error asumido, el control de sesgos, el seguimiento posterior de las medidas tomadas, las mediciones, y los procedimientos de estandarización realizados en el caso de que sean exigibles. Aquí también es necesario justificar, detallar y validar el método estadístico aplicado.

Los aspectos éticos del estudio se deben incluir en el apartado de materiales y métodos, y deberían estar supervisados. Los estudios de campo que implican animales, aunque sean observacionales y se suponga que no son sujetos experimentales en condiciones de laboratorio, se consideran prácticas con animales y están sujetas a evaluación y autorización, así como validación de sus aspectos éticos, para garantizar el bienestar animal.

Los editores de la mayoría de las revistas científicas suelen solicitar el informe favorable emitido por un comité de ética independiente. Para evitar el rechazo del artículo, lo ideal es que se gestione esta revisión antes de iniciar el estudio.

La sección de resultados del artículo expone, sin interpretarlos, los datos que se hayan medido u observado a lo largo del estudio, de una forma detallada, clara y concisa. Los elementos gráficos y figuras que ayudan a entender las tendencias se incluyen en esta parte (figura 3), y también añaden un atractivo visual para captar a los lectores.

La veterinaria, como ciencia de la salud, de la producción y del bienestar animal, es una ciencia estadística que realiza observaciones sobre la probabilidad de enfermar y de acertar con el diagnóstico y el tratamiento. La estadística es la herramienta que permite controlar el efecto del azar sobre

los resultados, ya que no trabajamos con certezas absolutas sino con probabilidades, y es imprescindible en cualquier estudio. El apartado de resultados es el que presenta el método estadístico y el nivel de significación obtenido, que representa la fiabilidad del estudio.

La discusión se refiere a la parte en la que se analizan de forma crítica los resultados obtenidos. Se comparan con otros estudios similares consultados en la bibliografía, y se aclara si hay hallazgos opuestos o controvertidos. El penúltimo párrafo expone la conclusión principal de la investigación en una sola frase, mientras que el último párrafo recoge las recomendaciones para el futuro. La hipótesis de partida se acepta o rechaza en esta sección.

El artículo se cierra con las conclusiones, salvo que la revista exija un apartado específico. Los objetivos del estudio, los resultados obtenidos

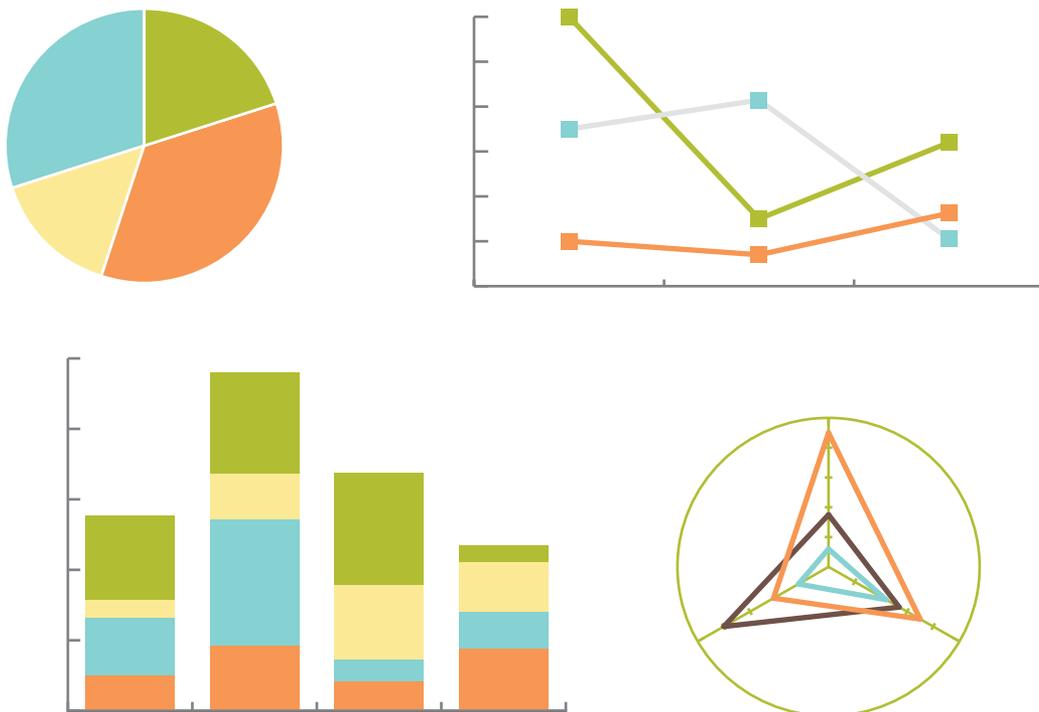


Figura 3. En la sección de resultados se incluyen los elementos gráficos complementarios que ayudan a interpretar mejor la información. Pueden constar de tablas o gráficos de diversos tipos. Actualmente existen numerosos programas informáticos que ayudan a elaborarlos con la calidad que exigen las revistas. Otros elementos gráficos que se pueden añadir en un artículo científico son fotografías, fotomicrografías, ilustraciones científicas, animaciones 3D, mapas, esquemas, etc. Fuente: pinrika (Istock).

y las conclusiones de la discusión deben mantener una concordancia entre ellos.

Las referencias bibliográficas se incluyen al final. El sistema de citas a emplear debe ser el que exija la revista (autor y año, orden de mención, Vancouver, etc.). Es recomendable apoyarse en programas de gestión de referencias para agilizar su manejo.

Para lograr una buena técnica de redacción científica es preciso emplear un estilo apropiado: explicativo o expositivo, culto, impersonal, preciso, claro, exento de coloquialismos y jerga. Se redacta en voz activa. Es deseable emplear frases cortas, tratando de eludir adverbios innecesarios y términos genéricos o imprecisos. Se debe evitar en todo momento omitir las citas de la información obtenida de otros autores, ocultar o manipular la información y, por supuesto, plagiar.

“ El propio sistema de revisión por pares, a pesar de ser ciego, puede aplicar un sesgo en favor de las publicaciones que concluyen aquello que está de acuerdo con lo que los revisores piensan, incluso de manera inconsciente o involuntaria ”

Conclusiones y recomendaciones finales

Publicar es una herramienta clave para compartir conocimiento y contribuir al desarrollo de la profesión veterinaria. Cualquier veterinario con inquietud por aportar a la misma los resultados de sus observaciones puede ser un colaborador muy valioso.

Conocer a fondo el proceso editorial, dominar las técnicas de redacción científica y aplicar son esenciales para aumentar las posibilidades de tener éxito al publicar, reduciendo las tasas de rechazo. Como ocurre en cualquier disciplina, aprender a escribir artículos científicos requiere práctica, que se adquiere escribiendo y rectificando todas las veces que sea necesario. Al final, ver nuestro artículo publicado en una revista de prestigio es tan satisfactorio que merece mucho la pena.

Lecturas recomendadas

- Albert T, Wager E, on behalf of COPE Council. How to handle authorship disputes: a guide for new researchers. Version 1, 2003. <https://doi.org/10.24318/cope.2018.1.1>
- Carrasco G, Pallarés A. Publica o perece. Manual de instrucciones para escribir y publicar artículos en ciencias de la salud. Elsevier, 2017.
- Cormick C. The Science of Communicating Science. The Ultimate Guide. CABI, 2019.
- Dirección General de Sanidad de la Producción Agroalimentaria y Bienestar Animal. Comité Español para la Protección de Animales con Fines Científicos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Guía de evaluación y autorización de estudios en animales. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/guiadeestudiosenanimalesvs24nov23_tcm30-674263.pdf
- Dirección General de Sanidad de la Producción Agroalimentaria y Bienestar Animal. Comité Español para la Protección de Animales con Fines Científicos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Manual sobre la gestión de la información relativa al uso de animales con fines científicos. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/borrador_manual_rev6_20250311_tcm30-703657.pdf
- Fiell C, Peter Fiell C (eds.). Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers 8th ed. University of Chicago Press, 2014.
- Forero DA, Lopez-Leon S, Perry G. A brief guide to the science and art of writing manuscripts in biomedicine. J Transl Med 2020; 18:425. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02596-2>
- Gastel B, Day RA (eds). How to Write and Publish a Scientific Paper 8th ed. Greenwood, 2016.
- Hanna M (ed). How to Write Better Medical Papers. Springer, 2019.
- Mestres CA, Sampathkumar A. The art and science of scientific writing. Asian Cardiovasc Thorac Ann 2019; 27(5): 335-337.
- Öchsner A. Introduction to Scientific Publishing. Backgrounds, Concepts, Strategies. Springer, 2013.
- Montgomery SL. The Chicago Guide to Communicating Science 2nd ed. University of Chicago Press, 2017.
- Schimmel J. Writing Science: How to Write Papers That Get Cited and Proposals That Get Funded. Oxford University Press, 2012.
- Turbek SP, Chock TM, Donahue K, Havrilla CA, Oliverio AM, Polutcho SK, Shoemaker LG, Vimercati L. Scientific writing made easy: A step-by-step guide to undergraduate writing in the biological sciences. Eco 101 2016; 97(4): 318-427. <https://doi.org/10.1002/bes2.1258>
- Vivas JR. Manual de comunicación y divulgación científica. Berenice, 2021.
- Zilm G, Perry B (eds). An Introduction to Writing for Health Professionals: The SMART Way: The SMART Way 4th ed. Elsevier, 2020.

Lo que el medio ambiente esconde: uso emergente de los muestreos no invasivos en sanidad animal

CARMEN HERRANZ¹, TERESA GARCÍA-SECO¹, ALBERTO PERELLÓ², ALBERTO DIEZ-GUERRIER^{1,3,4}, ANTONIO MARTÍNEZ-MURCIA⁵, CHRISTIAN GORTÁZAR², LUCAS DOMÍNGUEZ^{1,4}, MARTA PÉREZ-SANCHO^{1,4}

¹ Centro de Vigilancia Sanitaria Veterinaria VISAVET, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

² SaBio Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, Ciudad Real, España.

³ MAEVA SERVET, SL, Alameda del Valle, Madrid, España

⁴ Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

⁵ Departamento de Microbiología, Universidad Miguel Hernández; y Genetic PCR Solutions™, Orihuela, Alicante, España.

Introducción

La vigilancia basada en la detección y monitorización de patógenos de relevancia veterinaria constituye un pilar fundamental en la prevención sanitaria, particularmente significativo en el caso de agentes emergentes. Esto ha cobrado un especial interés en las últimas décadas impulsado por el enfoque "One Health" que propone vigilar la sanidad animal, proteger la salud pública y velar por la salud de los ecosistemas de una manera holística. Además, la aparición de nuevas enfermedades, muchas de ellas zoonóticas, plantea la necesidad de desarrollar estrategias alternativas que complementen y mejoren los sistemas tradicionales de detección, permitiendo superar los desafíos logísticos asociados a ellos. En este contexto, las aproximaciones metodológicas basadas en

muestreos ambientales están ganando interés para la detección, cuantificación y caracterización de patógenos (y factores asociados) que permiten, a su vez, minimizar el estrés en los animales relacionado con su manejo. Para ello, es fundamental utilizar métodos para la recolección de muestras que conlleven el menor nivel de perturbación posible, lo que se denomina muestreo no invasivo (Schilling et al., 2022).

El muestreo no invasivo en animales puede clasificarse según el nivel de consciencia del individuo con respecto al mismo. Así, se encuentran por un lado los muestreos no invasivos no percibidos, donde los animales no son conscientes del muestreo, p.ej. recolectar heces del suelo. Por otro lado, los muestreos no invasivos percibidos son aquellos donde los animales son conscientes, pero permanecen sin restricciones, sin

exhibir una respuesta de estrés ni experimentar una reducción en su supervivencia o reproducción, p.ej. recolección de garrapatas (Pauli et al., 2010).

Las muestras recolectadas de manera no invasiva asociadas al animal incluyen muestras biológicas, como heces, saliva u orina, así como las tomadas sobre la superficie del animal, como piel o pelo de diferentes áreas como el corvejón (Barroso-Arévalo et al., 2022; Herrero-García et al., 2024b; Martínez-Guijosa et al., 2020). El muestreo no invasivo también puede incluir las muestras tomadas del ambiente del animal como superficies inanimadas (comederos, bebederos, teleros, etc.), agua, suelo o aire (ENETWILD-consortium et al., 2022; Schilling et al., 2022; Veilleux et al., 2021). Precisamente, esta última aproximación metodológica sobre superficies es la que más ha ex-

plorado nuestro grupo de investigación en los últimos años: el uso de esponjas embebidas en un líquido surfactante que preserva el ADN/ARN ambiental (*environmental nucleic acid*, eNA, eDNA, eRNA) para la toma de muestras en superficies de objetos inanimados o de animales para la detección de patógenos de gran relevancia como micobacterias del Complejo *Mycobacterium tuberculosis*, el virus de la peste porcina africana, SARS-CoV-2 y *Coxiella burnetii*, (Barroso-Arévalo et al., 2023; Herrero-García et al., 2024b). De hecho, para estos dos últimos patógenos, dicha estrategia de monitorización ambiental ya se ha aplicado con éxito en programas de vigilancia y control en la Comunidad de Madrid.

Las técnicas de detección de ácidos nucleicos ambientales (*environmental nucleic acid detection*, ENAD) han sido ampliamente aplicadas en muestras de agua para detectar múltiples patógenos y hospedadores, pudiendo proporcionar información relevante sobre la circulación de microorganismos o la biodiversidad (Bass et al., 2023). Sin embargo, esta aproximación metodológica está frecuentemente asociada a la toma de una cantidad considerable de muestra (que podría asociarse a una perturbación del ambiente) como ocurre en los muestreos de tierra y aire, además de implicar complicaciones en su transporte y gestión. Por ello, la utilización de hisopos y esponjas para el análisis de superficies (Spanu and Jordan, 2020) está ganando popularidad ya que requiere menor cantidad de muestra, supone unas condiciones de conservación menos exigentes y puede incorporar sustancias para la conservación de la muestra (ENETWILD-consortium et al., 2022). En este sentido, nuestro grupo de investigación ha participado en el desarrollo de

una patente que permite abordar esta problemática.

Los enfoques que implican ENAD podrían ser de utilidad, tras una validación adecuada, para evaluar la circulación de patógenos, vigilancia sanitaria, evaluación del riesgo de enfermedades y sistemas de alerta temprana (Bass et al., 2023). Los métodos moleculares como la PCR en tiempo real o PCR cuantitativa son los más comúnmente utilizados para la

detección de patógenos en muestras ambientales, identificando secuencias específicas de ADN/ARN de uno o varios patógenos simultáneamente. En los últimos años, se han logrado también importantes avances en los métodos basados en biosensores, que permiten la detección precisa de patógenos sin necesidad de extracción o amplificación de ADN/ARN (p.ej. para el análisis de *Salmonella* spp., *E. coli* y *L. monocytogenes* en muestras de comi-



Toma de muestra de esponja ambiental sobre diferentes superficies inanimadas. IREC

da) (ENETWILD-consortium et al., 2022).

Otra área emergente es la aplicación de muestreos ambientales en el monitoreo de resistencias antimicrobianas (RAM) (Guizado-Batista et al., 2024; Zainab et al., 2020) que permitan identificar cepas resistentes y adoptar medidas para reducir su diseminación. Sin embargo, sigue siendo necesario recabar más datos de vigilancia de RAM en el medio ambiente que justifiquen su aplicación en programas de vigilancia sistemática y permitan elaborar protocolos estandarizados (Bengtsson-Palme et al., 2023).

¿Qué aportan los muestreos ambientales frente a los métodos tradicionales para la detección de patógenos mediante herramientas moleculares?

En este sentido, el muestreo no invasivo ofrece ventajas que pueden complementar la información aportada por los métodos tradicionales ya que permiten mejorar la capacidad de detección al facilitar una cobertura espacio-temporal más amplia, mejorando los recursos empleados en la vigilancia sanitaria (optimizar las demandas económicas, temporales y de infraestructuras para una respuesta mejorada). Las aproximaciones no invasivas pueden suponer una alternativa adecuada frente a las invasivas en algunos escenarios epidemiológicos ya que permiten minimizar el estrés y la perturbación tanto en los animales como en el ecosistema. Además, la toma de muestras re-

quiere menos tiempo, dado que no es necesario capturar y manipular a cada individuo de manera directa. De manera adicional, los muestreos pueden repetirse con mayor frecuencia sin afectar la dinámica de las poblaciones animales y la salud del ecosistema (Bass et al., 2023; Veilleux et al., 2021) y permiten el estudio de especies silvestres y especies en peligro de extinción que, de otro modo, sería difícil de abordar (Ripa et al., 2023; Schilling et al., 2022; Veilleux et al., 2021). Un ejemplo de esta situación es la monitorización sanitaria del oso pardo (*Ursus arctos*) en regiones montañosas de Cantabria (Herro-García et al., 2024a).

Otro punto fuerte de estos métodos es que podrían permitir monitorizar el impacto de medidas de control aplicadas en un escenario epidemiológico como, por ejemplo, la efectividad de programas de limpieza y desinfección, evaluando la persistencia de agentes en el ambiente tras su aplicación (p.ej. *Listeria monocytogenes* en plantas de procesamiento de alimentos) (Martínez-Murcia et al., 2024; Spanu and Jordan, 2020). También resultan útiles para la vigilancia de patógenos cuya detección en animales está condicionada por factores estacionales o resultan difíciles de identificar en hospedadores individuales como puede ser *Coxiella burnetii*, que se excreta principalmente en épocas de parideras y lactancia y comúnmente con un patrón de excreción intermitente, pero puede persistir en el ambiente durante mucho más tiempo (Bauer et al., 2020; Byeon et al., 2022) o *Salmonella*, que presenta patrones de excreción intermitentes con picos asociados a momentos de estrés (p.ej. transporte o periodo de cría) (Jensen et al., 2006; Pires et al., 2013).

Como vemos, los muestreos no invasivos son relativamente

simples, económicamente abordables y no requieren de gran infraestructura, siendo frecuentemente una alternativa más viable en entornos con recursos limitados donde el acceso a métodos invasivos es poco práctico (Vijayakumar et al., 2024). Además, su aplicación más allá del ámbito ganadero puede extenderse a otros entornos como la industria alimentaria, el transporte (Giacomini et al., 2018) o los ecosistemas silvestres, facilitando una vigilancia integral y efectiva.

A pesar de sus ventajas, el muestreo no invasivo también presenta ciertas limitaciones. Se ha de considerar que no permite el diagnóstico a nivel de individuo. Además, uno de los principales desafíos es el mayor riesgo de contaminación cruzada, ya que las muestras tomadas del ambiente pueden contener material de múltiples individuos o especies, lo que dificulta la identificación precisa del origen del patógeno y puede afectar la fiabilidad de los resultados (Hood et al., 2021). Además, la falta de precisión en la detección puede verse afectada por las cargas microbianas en muestras ambientales, que suelen ser más bajas en comparación con muestras obtenidas directamente del hospedador, lo que puede reducir la sensibilidad de las pruebas diagnósticas (Smith et al., 2011). Otra limitación importante está en la dependencia de factores ambientales/climáticos, dado que la temperatura, humedad, viento y exposición a la luz UV pueden degradar el material genético a detectar (Sirois and Buckley, 2019; Żarczyńska et al., 2023) y junto con la presencia de sustancias inhibitorias, alterar su capacidad de detección mediante técnicas moleculares ("INSST, 2018.; Sales et al., 2019). Por lo tanto, aunque el muestreo no invasivo es una herramienta valiosa para la vigilancia sanitaria, es necesario complementarlo con nue-

vas técnicas moleculares, como la secuenciación de última generación o métodos de restauración de ADN degradado que reduzcan estas limitaciones y aumenten la robustez de los resultados obtenidos en escenarios donde sea necesario.

La detección molecular de patógenos en muestras no invasivas: ventajas y desventajas

El biomonitoreo basado en ADN ambiental tiene la capacidad de monitorear simultáneamente una amplia gama de organismos presentes en un entorno determinado (Veilleux et al., 2021), ya que puede permitir tanto la detección de ADN/ARN de microorganismos (algunos de ellos no cultivables o exigentes) como de hospedadores potenciales. La detección de eDNA mediante PCR ofrece ventajas significativas sobre los métodos convencionales basados en el cultivo, las pruebas bioquímicas y/o inmunológicas. En comparación con los métodos de cultivo, que puede requerir largos tiempos de incubación y múltiples pruebas confirmatorias (a veces inconcluyentes), el análisis de eDNA puede ser más rápido, preciso y capaz de detectar organismos sin necesidad de cultivarlos (Méndez-Álvarez and Pérez-Rotha, 2004). Además, permite cuantificar la cantidad de ADN/ARN de un patógeno específico presente en una muestra (Bigault et al., 2020; Lorusso et al., 2007) y puede ser capaz de proporcionar una identificación taxonómica más detallada, permitiendo incluso la detección de variantes genéticas (Koets et al., 2023). Frente a ciertos métodos inmunológicos,

que pueden presentar problemas de reacción cruzada en el caso de algunos patógenos, como *Mycobacterium bovis* con micobacterias no tuberculosas (Jenkins et al., 2018), el análisis de ADN ofrece mayor especificidad y sensibilidad en la detección. La inactivación de patógenos es un factor deseable que facilitaría significativamente el manejo de las mues-

tras en términos de bioseguridad y el transporte seguro de las mismas, es por ello que actualmente nuestro grupo de investigación está llevando a cabo una línea de estudio en este sentido con objeto de obtener datos concluyentes sobre esta cuestión.

Por supuesto, esta metodología no está exenta de limitaciones que deben ser consideradas, funda-



Toma de muestra de esponja ambiental (GPSponge®) sobre diferentes superficies inanimadas. IREC



mentalmente relacionadas con la cantidad y calidad del ADN de los microorganismos, generalmente más bajas en muestras ambientales que en muestras tradicionales invasivas (ENETWILD-consortium et al., 2022; Sales et al., 2019; Zemanova, 2021), siendo más susceptibles a la presencia de numerosas moléculas inhibidoras de PCR. Aunque los inhibidores ambientales pueden afectar a estas pruebas, existen métodos para eliminarlos y controles internos de reacción de PCR que minimizan el riesgo de falsos negativos (Hedman and Rådström, 2013). El biomonitorio basado en ADN ambiental, por sí solo, no proporciona información sobre el estatus sanitario individual, de tal manera, que no se puede aplicar en el diagnóstico a nivel de animal. Sin embargo, puede usarse como una herramienta complementaria a la evaluación tradicional basada en individuos aportando información sobre la circulación de patógenos en un entorno determinado (Bass et al., 2023; Smith et al., 2011; Veilleux et al., 2021). Es decir, teniendo en cuenta los tres actores

“ Los muestreos ambientales no invasivos y, en particular, la detección de eDNA/eRNA representan una herramienta complementaria prometedora a los métodos tradicionales y poseen un gran potencial dentro del enfoque One Health para la vigilancia sanitaria ”

principales que juegan un papel en la dinámica epidemiológica de las enfermedades, esto es, el propio patógeno, la comunidad de hospedadores y el ambiente en el que se dan las interacciones epistémicas, estas aproximaciones metodológicas se centran en abordar el “diagnóstico” sobre el ambiente, a diferencia de las intervenciones diagnósticas tradicionales que se centran en el componente animal. Por otra parte, la metodología de muestreo ambiental basada en esponjas o hisopos no es aplicable a todos los patógenos, teniendo un valor más limitado, por ejemplo, en agentes infecciosos intracelu-

lares transmitidos por vectores, como los virus propagados por mosquitos.

Si bien el aislamiento del patógeno y su posterior caracterización son fundamentales para la monitorización de enfermedades, en los últimos años ha existido (y sigue existiendo) un auge en el desarrollo de técnicas moleculares de última generación para la detección y secuenciación de alto rendimiento que pueden permitir superar los problemas de cantidad y calidad de ADN/ARN en muestras ambientales (Taberlet et al., 2012; Zemanova, 2021).

Muestreos no invasivos en el ámbito de la sanidad animal

La bibliografía relacionada con muestreos no invasivos o ambientales en el ámbito veterinario es amplia y el interés por los estudios relacionados con este tipo de aproximaciones ha aumentado significativamente en los últimos años (por ej. la búsqueda “environmental sampling AND animal health” en Pubmed muestra un incremento notable en el número de publicaciones que hasta 2010 fueron 6691, mientras que de 2010 al 2024 fueron 28196; Figura 1).

Los muestreos no invasivos pueden jugar un papel clave en la



Toma de muestra de esponja sobre superficie animal. VISAVET-UCM

prevención sanitaria pudiendo ser empleados para estudiar la circulación de patógenos en diferentes poblaciones y el riesgo de posibles enfermedades así como para establecer sistemas de alerta temprana (Bass et al., 2023). Por ejemplo, permiten identificar la presencia de bacterias como *Salmonella* spp. o *Escherichia coli* en superficies de contacto, bebederos o comederos, facilitando la implementación de medidas de bioseguridad (Herrero-García et al., 2024b) o en muestras de polvo, hisopos y heces, en granjas de gallinas ponedoras (Pacholewicz et al., 2023). Así mismo se ha demostrado su utilidad para contribuir a la detección temprana del virus de la hepatitis E (VHE) en corrales con cerdos portadores mediante el análisis de calzas y pool de heces (Meester et al., 2023) o del virus de la fiebre aftosa en áreas endémicas utilizando hisopos ambientales (Colenutt et al., 2018). Igualmente, se han empleado con éxito para monitorizar la excreción de ciertos patógenos en especies salvajes, como las cebras, donde la recolección directa de muestras puede ser difícil o incluso imposible (Seeber et al., 2017).

En este sentido, cabe destacar la utilidad de los métodos de muestreo basados en esponjas ambientales en el área de la sanidad animal. Se trata de una herramienta no invasiva basada en una esponja de celulosa previamente hidratada con un líquido surfactante y conservante de ácidos nucleicos (actualmente, se encuentra comercializada por Genetic PCR Solutions™ con el nombre de GPSponge®). Ha demostrado ser eficaz como indicador del riesgo de exposición al Complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTC) a nivel de rebaño en granjas de ganado vacuno (Martínez-Guijosa et al., 2020) y para la detección y monitoreo de patógenos virales como SARS-CoV-2 (Barroso-Aré-

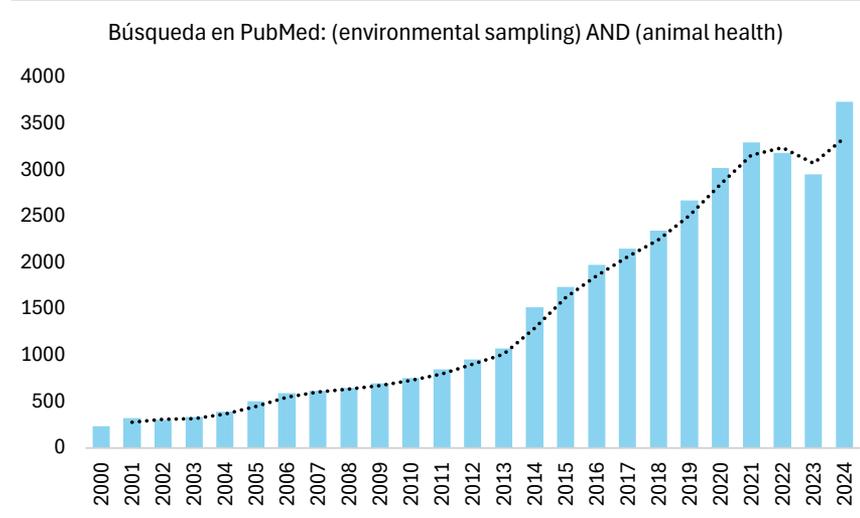


Figura 1.- Número de artículos publicados en PubMed asociados a la búsqueda "environmental sampling AND animal health" desde el año 2000 al 2024.

valo et al., 2022; Fernández-de-Mera et al., 2021) y el virus de la peste porcina africana (ASFV) (Barroso-Arévalo et al., 2023; Kosowska et al., 2021). El ENAD basado en esponjas también se ha implementado para la vigilancia y detección ambiental de *Brucella suis* (Rebollada-Merino et al., 2022) y para evaluar los vínculos entre la bioseguridad en granjas, la riqueza de vertebrados y la detección de patógenos ambientales en granjas al aire libre o explotaciones extensivas (Herrero-García et al., 2024b).

Como se resalta más adelante, cada aplicación basada en muestreos no invasivos debería validarse siempre utilizando un enfoque específico para cada caso, teniendo en cuenta diferentes escenarios epidemiológicos (Bass et al., 2023). Por ello, es importante evaluar el impacto de diferentes factores ambientales y de manejo de la muestra en el rendimiento de la detección molecular basado en eDNA, la capacidad de inactivación/conservación en diferentes matrices orgánicas, el impacto de las condiciones de conservación, etc. en esponjas.

¿Qué nos queda por saber sobre los muestreos no invasivos y su aplicación en sanidad animal?

A medida que los enfoques no invasivos se vuelven cada vez más comunes en la vigilancia veterinaria, es esencial evaluar los factores que pueden afectar el rendimiento de detección de patógenos en este tipo de métodos, ya que diferentes autores han destacado la falta de información al respecto (Bass et al., 2023; ENETWILD-consortium et al., 2022). Los trabajos futuros deberían centrarse en la estandarización y optimización de protocolos de toma de muestra, procesamiento y extracción de ADN/ARN a partir de este tipo de matrices, acompañado de la implementación de técnicas moleculares que permitan reducir al máximo los problemas asociados a la cantidad y calidad de ADN en estas muestras apostando por ir más allá de la mera detección y



explorando aspectos como la caracterización molecular (Bass et al., 2023; Zemanova, 2021).

Si bien ciertas muestras no invasivas están bien establecidas para aplicaciones específicas [por ejemplo, la detección por PCR de *Legionella* en muestras de agua (Yin et al., 2022) o de *Giardia duodenalis* y *Cryptosporidium* spp. en muestras de heces (Barrera et al., 2024)], existen otras que necesitan ser exploradas en profundidad para poder ser implementadas [por ejemplo, el análisis de SARS-CoV-2 en aguas naturales (Salvador et al., 2022)]. Por ello, es muy importante que la metodología se ajuste a la finalidad del ensayo (Schilling et al., 2022; Zemanova, 2021). La optimización de la metodología basada en la detección de ADN/ARN, especialmente la eliminación de inhibidores presentes en la muestra es esencial para mejorar el éxito de la detección, por ello, se hace ne-

dante un sistema automatizado de extracción (resultados aún no publicados). Además, se observó que la fracción de muestra analizada (pellet, sobrenadante o interfase) puede influir en la capacidad de detección de algunos patógenos, lo que resalta la importancia de optimizar el protocolo según el tipo de muestra y el microorganismo a estudiar (resultados aún no publicados).

Es importante explorar el impacto de otros factores que pueden afectar a la preservación del material genético en muestras no invasivas. Variables como la temperatura y el tiempo de almacenamiento pueden afectar la integridad del ADN/ARN y, en consecuencia, al éxito en su detección (Karched et al., 2017). Establecer protocolos de conservación específicos, para cada tipo de muestra y ambiente, es fundamental para mejorar la calidad de los resultados obtenidos. En esta

ción están permitiendo evaluar muestras de ADN/ARN degradadas e incluso describir comunidades completas mediante la metabarcodificación de muestras de ADN ambiental procedentes de agua y suelo (Berry et al., 2019; Taberlet et al., 2012; Zemanova, 2021). La combinación de métodos emergentes de secuenciación de alto rendimiento (secuenciación metagenómica o de captura dirigida) y optimización de los métodos de procesamiento y extracción de ADN/ARN para muestras ambientales pueden suponer una revolución en la monitorización de patógenos de relevancia veterinaria y/o para la salud del ecosistema.

Conclusiones

Los muestreos ambientales no invasivos y, en particular, la detección de eDNA/eRNA representan una herramienta complementaria prometedora a los métodos tradicionales y poseen un gran potencial dentro del enfoque *One Health* para la vigilancia sanitaria. Su combinación con técnicas de secuenciación de alto rendimiento ofrece ventajas significativas en términos de rapidez, precisión y alcance espaciotemporal. Sin embargo, requiere la optimización de protocolos para superar las limitaciones intrínsecas a este tipo de muestras como son la calidad y cantidad de ADN o la presencia de inhibidores de PCR para maximizar la eficiencia en la detección para diferentes patógenos y entornos/muestras. La integración de estas estrategias con tecnologías emergentes de secuenciación y análisis molecular podría transformar la detección temprana de patógenos, fortaleciendo la prevención y el control de enfermedades en la interfaz animales, humanos y ambiente.

“ La integración de estas estrategias con tecnologías emergentes de secuenciación y análisis molecular podría transformar la detección temprana de patógenos, fortaleciendo la prevención y el control de enfermedades en la interfaz animales, humanos y ambiente ”

cesario utilizar protocolos específicos de extracción para muestras ambientales (Schilling et al., 2022) como muestras de heces o esponjas con restos de materia orgánica. En nuestra experiencia, la extracción manual de ADN mediante columnas de sílice permitió reducir significativamente las inhibiciones de PCR asociadas a la detección de algunos patógenos mejorando el rendimiento diagnóstico en comparación con la extracción automatizada con microesferas magnéticas me-

línea, se han realizado estudios con el líquido surfactante para hidratar esponjas mencionado previamente, con el fin de evaluar su capacidad para inactivar y preservar el material genético durante periodos largos, sin necesidad de congelación (Barroso-Arévalo et al., 2023).

A pesar de las limitaciones relacionadas con el material genético procedente de muestras ambientales, las técnicas de secuenciación de última genera-

Lecturas recomendadas

- Barrera, J.P., Miró, G., Carmena, D., Foncubierta, C., Sarquis, J., Marino, V., Estévez-Sánchez, E., Bailo, B., Checa, R., Montoya, A., 2024. Enhancing diagnostic accuracy: Direct immunofluorescence assay as the gold standard for detecting *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in canine and feline fecal samples. BMC Vet. Res. 20, 445. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04297-0>
- Barroso-Arévalo, S., Díaz-Frutos, M., Kosowska, A., Pérez-Sancho, M., Domínguez, L., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2023. A useful tool for the safe diagnosis and control of the two main pandemics of the XXI century: COVID-19 and African Swine Fever disease. PLOS ONE 18, e0282632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282632>
- Barroso-Arévalo, S., Sánchez-Morales, L., Barasona, J.A., Rivera, B., Sánchez, R., Rivalde, M.A., Agulló-Ros, I., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2022. Evaluation of the clinical evolution and transmission of SARS-CoV-2 infection in cats by simulating natural routes of infection. Vet. Res. Commun. 46, 837–852. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09908-5>
- Bass, D., Christison, K.W., Stentiford, G.D., Cook, L.S.J., Hartikainen, H., 2023. Environmental DNA/RNA for pathogen and parasite detection, surveillance, and ecology. Trends Parasitol. 39, 285–304. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2022.12.010>
- Bauer, B., Prüfer, L., Walter, M., Ganter, I., Frangoulidis, D., Runge, M., Ganter, M., 2020. Comparison of *Coxiella burnetii* Excretion between Sheep and Goats Naturally Infected with One Cattle-Associated Genotype. Pathogens 9, 652. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080652>
- Bengtsson-Palme, J., Abramova, A., Berendonk, T.U., Coelho, L.P., Forslund, S.K., Gschwind, R., Heikinheimo, A., Jarquín-Díaz, V.H., Khan, A.A., Klümper, U., Löber, U., Nekoro, M., Osińska, A.D., Ugarcina Perovic, S., Pitkänen, T., Rødland, E.K., Ruppé, E., Wasteson, Y., Wester, A.L., Zahra, R., 2023. Towards monitoring of antimicrobial resistance in the environment: For what reasons, how to implement it, and what are the data needs? Environ. Int. 178, 108089. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108089>
- Berry, T.E., Saunders, B.J., Coghlan, M.L., Stat, M., Jarman, S., Richardson, A.J., Davies, C.H., Berry, O., Harvey, E.S., Bunce, M., 2019. Marine environmental DNA biomonitoring reveals seasonal patterns in biodiversity and identifies ecosystem responses to anomalous climatic events. PLOS Genet. 15, e1007943. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007943>
- Bigault, L., Brown, P., Bernard, C., Blanchard, Y., Grasland, B., 2020. Porcine epidemic diarrhea virus: Viral RNA detection and quantification using a validated one-step real time RT-PCR. J. Virol. Methods 283, 113906. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2020.113906>
- Byeon, H.S., Nattan, S., Kim, J.H., Han, S.T., Chae, M.H., Han, M.N., Ahn, B., Kim, Y., Kim, H., Jeong, H.W., 2022. Shedding and extensive and prolonged environmental contamination of goat farms of Q fever patients by *Coxiella burnetii*. Vet. Med. Sci. 8, 1264–1270. <https://doi.org/10.1002/vms3.780>
- Colenutt, C., Brown, E., Nelson, N., Wadsworth, J., Maud, J., Adhikari, B., Chapagain Kafle, S., Upadhyaya, M., Kafle Pandey, S., Paton, D.J., Sumption, K., Gubbins, S., 2018. Environmental Sampling as a Low-Technology Method for Surveillance of Foot-and-Mouth Disease Virus in an Area of Endemicity. Appl. Environ. Microbiol. 84, e00686-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.00686-18>
- ENETWILD-consortium, Alves, P.C., Gavier-Widen, D., Ferroglio, E., Queirós, J., Rafael, M., Santos, N., Silva, T., Gonçalves, C., Vada, R., Zanet, S., Smith, G., Gethöffer, F., Keuling, O., Staubach, C., Sauter-Louis, C., Blanco, J., Podgorski, T., Larska, M., Richomme, C., Knauf, S., Rijks, J.M., Pasetto, C., Benatti, F., Poncina, M., Gómez, A., Dups-Bergmann, J., Neimanis, A., Vicente, J., 2022. Literature review on the main existing structures and systematic/academic initiatives for surveillance in the EU for zoonoses in the environment and the methods for surveillance of pathogens in the environment. EFSA Support. Publ. 19. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7792>
- Fernández-de-Mera, I.G., Rodríguez del-Río, F.J., Fuente, J., Pérez-Sancho, M., Hervás, D., Moreno, I., Domínguez, M., Domínguez, L., Gortázar, C., 2021. Detection of environmental SARS-CoV-2 RNA in a high prevalence setting in Spain. Transbound. Emerg. Dis. 68, 1487–1492. <https://doi.org/10.1111/tbed.13817>
- Giacomini, E., Gasparini, S., Lazzaro, M., Scali, F., Boniotti, M.B., Corradi, A., Pasquali, P., Alborali, G.L., 2018. The role of transportation in the spread of *Brachyspira hyodysenteriae* in fattening farms. BMC Vet. Res. 14, 10. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1328-5>
- Guizado-Batista, A., Porres-Camacho, A., Vargas-Villalobos, S., Cortez-Martínez, M., Umaña-Castro, R., Sancho-Blanco, C., Solano-Campos, F., Quesada-Alvarado, F., Spínola-Parallada, M., Madrigal-Mora, A., Jiménez-Serrano, A., Vargas-Calvo, J., Villalobos-Sequeira, J., Stoos, K.B., Blanco-Peña, K., 2024. Antimicrobial-resistant genes in feces from otters (*Lontra longicaudis*) within the Peñas Blancas river basin, Costa Rica. Heliyon 10, e40927. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40927>
- Hedman, J., Rådström, P., 2013. Overcoming Inhibition in Real-Time Diagnostic PCR, in: Wilks, M. (Ed.), PCR Detection of Microbial Pathogens, Methods in Molecular Biology. Humana Press, Totowa, NJ, pp. 17–48. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-353-4_2
- Herrero-García, G., Barroso, P., Dashti, A., González-Barrio, D., Naves, J., Fernández-Gil, A., Ugarte-Ruiz, M., Pérez-Sancho, M., Royo, L.J., Carmena, D., De Miguel, A., García-Rodríguez, A., Gortázar, C., Domínguez, L., Balseiro, A., 2024a. Non-invasive surveillance of shared pathogens in the Eurasian brown bear (*Ursus arctos*) human interface. One Health 18, 100746. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100746>
- Herrero-García, G., Pérez-Sancho, M., Barroso, P., Herranz-Benito, C., Relimpio, D., García-Seco, T., Perelló, A., Díez-Guerrier, A., Pozo, P., Balseiro, A., Domínguez, L., Gortázar, C., 2024b. One Health Farming: Noninvasive monitoring reveals links between farm vertebrate richness and pathogen markers in outdoor hoofstock. One Health 19, 100924. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100924>
- Hood, G., Roche, X., Brioudes, A., Von Dobschuetz, S., Fasina, F.O., Kalpravidh, W., Makonnen, Y., Lubroth, J., Sims, L., 2021. A literature review of the use of environmental sampling in the surveillance of avian influenza viruses. Transbound. Emerg. Dis. 68, 110–126. <https://doi.org/10.1111/tbed.13633>
- Jenkins, A.O., Gormley, E., Gcebe, N., Fosgate, G.T., Conan, A., Aagaard, C., Michel, A.L., Rutten, V.P.M.G., 2018. Cross reactive immune responses in cattle arising from exposure to *Mycobacterium bovis* and non-tuberculous mycobacteria. Prev. Vet. Med. 152, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.02.003>
- Jensen, A.N., Dalsgaard, A., Stockmarr, A., Nielsen, E.M., Baggesen, D.L., 2006. Survival and Transmission of *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in an Outdoor Organic Pig Farming Environment. Appl. Environ. Microbiol. 72, 1833–1842. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.3.1833-1842.2006>
- Karched, M., Bhardwaj, R.G., Pauline, E.M., George, S., Asikainen, S., 2017. Effect of preparation method and storage period on the stability of saliva DNA. Arch. Oral Biol. 81, 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.04.011>
- Koets, L., Van Leeuwen, K., Derlagen, M., Van Wijk, J., Keijzer, N., Feenstra, J.D.M., Gandhi, M., Sorel, O., Van De Laar, T.J.W., Koppelman, M.H.G.M., 2023. Efficient SARS-CoV-2 Surveillance during the Pandemic-Endemic Transition Using PCR-Based Genotyping Assays. Microbiol. Spectr. 11, e03450-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03450-22>

- Kosowska, A., Barasona, J.A., Barroso-Arévalo, S., Rivera, B., Domínguez, L., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2021. A new method for sampling African swine fever virus genome and its inactivation in environmental samples. *Sci. Rep.* 11, 21560. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00552-8>
- Lorusso, A., Decaro, N., Greco, G., Corrente, M., Fasanella, A., Buonavoglia, D., 2007. A real-time PCR assay for detection and quantification of *Mycoplasma agalactiae* DNA. *J. Appl. Microbiol.* 103, 918–923. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03324.x>
- Martínez-Guijosa, J., Romero, B., Infantes-Lorenzo, J.A., Díez, E., Boadella, M., Balseiro, A., Veiga, M., Navarro, D., Moreno, I., Ferreres, J., Domínguez, M., Fernández, C., Domínguez, L., Gortázar, C., 2020. Environmental DNA: A promising factor for tuberculosis risk assessment in multi-host settings. *PLOS ONE* 15, e0233837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233837>
- Martínez-Murcia, A., Navarro, A., Miró-Pina, C., 2024. Identification of *Listeria* Isolates by Using a Pragmatic Multilocus Phylogenetic Analysis. *Microbiol. Res.* 15, 2114–2128. <https://doi.org/10.3390/microbiolres15040142>
- Meester, M., Rademaker, A., Bouwknecht, M., Hakze-van Der Honing, R.W., Stegeman, A., Van Der Poel, W.H.M., Tobias, T.J., 2023. Evaluation of Non-Invasive Sampling Methods for Detection of Hepatitis E Virus Infected Pigs in Pens. *Microorganisms* 11, 500. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020500>
- Méndez-Álvarez, S., Pérez-Rotha, E., 2004. La PCR múltiple en microbiología clínica. *Enfermedades Infecc. Microbiol. Clínica* 22, 183–192. [https://doi.org/10.1016/S0213-005X\(04\)73059-1](https://doi.org/10.1016/S0213-005X(04)73059-1)
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). NTP 611: Agentes biológicos: análisis de las muestras [Internet]. Madrid: INSST; 2018 [consultado 2025 may 14]. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/18-serie-ntp-numeros-611-a-645-ano-2003/ntp-611-agentes-biologicos-analisis-de-las-muestras>
- Pacholewicz, E., Wisselink, H.J., Koene, M.G.J., Van Der Most, M., Gonzales, J.L., 2023. Environmental Sampling Methods for Detection of *Salmonella* Infections in Laying Hens: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Microorganisms* 11, 2100. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11082100>
- Pauli, J.N., Whiteman, J.P., Riley, M.D., Middleton, A.D., 2010. Defining Noninvasive Approaches for Sampling of Vertebrates. *Conserv. Biol.* 24, 349–352. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01298.x>
- Pires, A.F.A., Funk, J.A., Bolin, C.A., 2013. Longitudinal study of *Salmonella* shedding in naturally infected finishing pigs. *Epidemiol. Infect.* 141, 1928–1936. <https://doi.org/10.1017/S0950268812002464>
- Rebollada-Merino, A., Pérez-Sancho, M., Rodríguez-Bertos, A., García, N., Martínez, I., Navarro, A., Domínguez, L., García-Seco, T., 2022. Environment and Offspring Surveillance in Porcine Brucellosis. *Front. Vet. Sci.* 9, 915692. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.915692>
- Ripa, A., Díaz-Caballero, J.A., Palacios-González, M.J., Zalba, J., Espinosa, A., García-Zapata, J.L., Gómez-Martín, A., Tkach, V., Fernández-García, J.L., 2023. Non-Invasive Wildlife Disease Surveillance Using Real Time PCR Assays: The Case of the Endangered *Galemys pyrenaicus* Populations from the Central System Mountains (Extremadura, Spain). *Animals* 13, 1136. <https://doi.org/10.3390/ani13071136>
- Sales, N.G., Wangenstein, O.S., Carvalho, D.C., Mariani, S., 2019. Influence of preservation methods, sample medium and sampling time on eDNA recovery in a neotropical river. *Environ. DNA* 1, edn3.14. <https://doi.org/10.1002/edn3.14>
- Salvador, D., Caeiro, M.F., Neto, C., Carneiro, R.N., 2022. One-Year Surveillance of SARS-CoV-2 Virus in Natural and Drinking Water. *Pathogens* 11, 1133. <https://doi.org/10.3390/pathogens11101133>
- Schilling, A.-K., Mazzamuto, M.V., Romeo, C., 2022. A Review of Non-Invasive Sampling in Wildlife Disease and Health Research: What's New? *Animals* 12, 1719. <https://doi.org/10.3390/ani12131719>
- Seeber, P.A., Soilemetzidou, S.E., East, M.L., Walzer, C., Greenwood, A.D., 2017. Equine behavioral enrichment toys as tools for non-invasive recovery of viral and host DNA. *Zoo Biol.* 36, 341–344. <https://doi.org/10.1002/zoo.21380>
- Sirois, S.H., Buckley, D.H., 2019. Factors governing extracellular DNA degradation dynamics in soil. *Environ. Microbiol. Rep.* 11, 173–184. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.12725>
- Smith, R.L., Schukken, Y.H., Pradhan, A.K., Smith, J.M., Whitlock, R.H., Van Kessel, J.S., Wolfgang, D.R., Grohn, Y.T., 2011. Environmental contamination with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in endemically infected dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 102, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.06.009>
- Spanu, C., Jordan, K., 2020. *Listeria monocytogenes* environmental sampling program in ready-to-eat processing facilities: A practical approach. *Compr. Rev. Food Saf.* 19, 2843–2861. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12619>
- Taberlet, P., Coissac, E., Hajibabaei, M., Rieseberg, L.H., 2012. Environmental DNA. *Mol. Ecol.* 21, 1789–1793. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2012.05542.x>
- Veilleux, H.D., Misutka, M.D., Glover, C.N., 2021. Environmental DNA and environmental RNA: Current and prospective applications for biological monitoring. *Sci. Total Environ.* 782, 146891. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146891>
- Vijayakumar, S., Narayan, P.K., Kumari, S., Ranjan, R., Kumar, V., Kumar, A., Alti, D., 2024. A review of non-invasive samples and tools in kala-azar diagnosis and test of cure. *Exp. Parasitol.* 259, 108713. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2024.108713>
- Yin, X., Chen, Y.-Z., Ye, Q.-Q., Liao, L.-J., Cai, Z.-R., Lin, M., Li, J.-N., Zhang, G.-B., Peng, X.-L., Shi, W.-F., Guo, X.-G., 2022. Detection performance of PCR for *Legionella pneumophila* in environmental samples: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.* 21, 12. <https://doi.org/10.1186/s12941-022-00503-9>
- Zainab, S.M., Junaid, M., Xu, N., Malik, R.N., 2020. Antibiotics and antibiotic resistant genes (ARGs) in groundwater: A global review on dissemination, sources, interactions, environmental and human health risks. *Water Res.* 187, 116455. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116455>
- Żarczyńska, M., Żarczyński, P., Tomsia, M., 2023. Nucleic Acids Persistence—Benefits and Limitations in Forensic Genetics. *Genes* 14, 1643. <https://doi.org/10.3390/genes14081643>
- Zemanova, M.A., 2021. Noninvasive Genetic Assessment Is an Effective Wildlife Research Tool When Compared with Other Approaches. *Genes* 12, 1672. <https://doi.org/10.3390/genes12111672>



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

DEFENSA JURÍDICA REPUTACIONAL



SERVICIO EXCLUSIVO PARA COLEGIADOS



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

SERVICIO COBRO DE IMPAGADOS



SERVICIO EXCLUSIVO PARA COLEGIADOS



COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

COLEGIO OFICIAL
DE VETERINARIOS
DE MADRID

TU ASESOR JURÍDICO EN CASA



SERVICIO EXCLUSIVO PARA COLEGIADOS

LISTADO DE SERVICIOS COLEGIALES



Accede desde aquí

COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE MADRID

Inicio | El Colegio | Servicios al colegiado | Servicios al ciudadano | Información y actualidad profesional | Formación | Búsqueda | Chavear virtual

Servicios al colegiado

Acceso permitido solo a colegiados

Servicios gratuitos	Subvenciones	Convenios
Seguro de responsabilidad civil profesional	Subvención cuentas desempleadas	Adaptación del Reglamento de Protección Datos
Asesoría jurídica profesional	Subvención de cuotas a los colegiados en situación de minusvalía o discapacidad	Seguro salud ASSA exclusivo para colegiados por 43,35 euros al mes
Asesoría jurídica general (laboral y personal)	Subvención certificación norma de calidad	FRANQUICIA (fraccionamiento pago cliente)
Servicio Cobro de Morosos		Convenio Banco Sabadell
Certificado Digital de la FNMI		Vehículos para Colegiados en la Movilidad de Renting
Firma Digital (Comellano)		Convenio banco Santander
Acceso al uso de instalaciones colegiales para actividades profesionales		Convenio con la Fundación Amigos del Museo del Prado
Defensa y amparo por agresiones, denuncias o demandas intervidadas		Seguros Kallia
Servicio Asistencia Psicológica y Psiquiátrica (DAPP)		Pedidos de alumnos en clínicas
		Acuerdos Comerciales Varis

B Sabadell

Professional

Cuenta
Online
Sabadell
Autónomo PRO

La cuenta
corriente
menos
corriente

24h. 365 días. Sí, soy Autónomo.

Indicador de riesgo aplicable a todas las cuentas.

1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

Banco de Sabadell, S.A. se encuentra adherido al Fondo Español de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito. La cantidad máxima garantizada actualmente por el mencionado fondo es de 100.000€ por depositante.



PUBLICIDAD

Haz una pausa y consigue hasta **620 €** en un año

2 % TAE¹

Saldo máximo 20.000 €. Hasta 400 €

+120 €

al año de tu cuota de autónomos domiciliada²

0 comisiones,
0 condiciones

Y además... por pertenecer a tu colectivo profesional con convenio firmado en Banco Sabadell **te bonificamos el 100% de la cuota de colegiado³** del primer año, siempre que la tengas domiciliada en la Cuenta Online Sabadell Autónomo PRO.

Hasta un máximo de

100 €

Oferta exclusiva para nuevos clientes

1. Sin comisiones de administración ni mantenimiento. Rentabilidad indefinida que puede variar según condiciones de mercado. Ahora, rentabilidad anual del **2 % TAE** hasta 20.000 € de saldo medio conjunto de la Cuenta Online Sabadell Autónomo PRO y de las Cuentas de Ahorro Sabadell de los titulares vinculados a la misma. **Ejemplo representativo de remuneración en un año calculado para un saldo medio mensual conjunto de 20.000 €: 2 % TIN anual, 2,018 % TAE, 400 € de intereses liquidados en un año. Liquidación mensual y abono en la Cuenta Online Sabadell Autónomo PRO el día 15 del mes siguiente (o primer día hábil anterior).**

2. Abono de 30€/trimestre por dar de alta una Cuenta Online Sabadell Autónomo PRO con finalidad empresarial y mantener domiciliada la cuota de autónomos durante ese período (se incluye también a trabajadores por cuenta propia bajo el Sistema Especial para Trabajadores por Cuenta Propia Agrarios y trabajadores por cuenta propia bajo el Régimen Especial de Trabajadores del Mar). El abono se liquidará dentro de los 15 primeros días tras el vencimiento del trimestre y estará sujeto a la legislación fiscal vigente.

3. La bonificación se realizará un único año para cuotas domiciliadas durante los 12 primeros meses, contando como primer mes el de la apertura de la cuenta. El pago se realizará en cuenta el mes siguiente de los 12 primeros meses. El incentivo estará sujeto a la retención fiscal vigente.

Date de alta ahora desde el móvil.

Escanea este QR o entra en
sab.to/351509-es

