

Infequus: Plataforma de Enfermedades Infecciosas Equinas

Fátima Cruz¹, Sergio González¹, Carmen Bárcena¹, Javier Bezos^{1,2}, Aránzazu Buendía¹, Víctor Briones^{1,2}, Eliazar Camino^{1,2}, Paloma Forés³, Nerea García^{1,2}, María Mazariegos¹, Marta Pérez^{1,2}, Beatriz Romero^{1,2} y Lucía de Juan^{1,2}

¹Centro de Vigilancia Sanitaria Veterinaria (VISAVET). UCM. ²Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. ³Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. UCM.

Resumen: Las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) ayudan a los alumnos de ciencias experimentales en la actualización y la aplicación de los conocimientos necesarios durante su etapa de aprendizaje y en su posterior desarrollo profesional. Infequus (de Infecciosas y *Equus*) es una plataforma abierta online sobre diagnóstico y control de las enfermedades infecciosas en équidos que puede ser utilizada por alumnos y profesores del grado en Veterinaria, así como profesionales en su etapa laboral. Actualmente, Infequus recoge 26 enfermedades equinas, 43 agentes infecciosos y 213 signos clínicos, con una ficha de información para cada enfermedad, incluida en la plataforma con un área para la elaboración de diagnósticos diferenciales que permite al alumno tener una visión transversal de esta disciplina. Desde su lanzamiento, Infequus ha tenido muy buena acogida, con 141.505 visitas y un 22% de los usuarios utilizaron la aplicación más de una vez (Google Analytics).

Palabras clave: équidos; diagnóstico; enfermedades infecciosas.

1. Introducción

La patología infecciosa es la ciencia que estudia las enfermedades cuya causa son los agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos y parásitos). Al igual que en medicina humana, en el campo de la medicina clínica equina cada día cobran más relevancia estas enfermedades, tanto por su importancia a nivel individual como por los efectos devastadores sobre la economía en el sector. La creciente preocupación por las enfermedades zoonóticas debido a la pandemia mundial producida por COVID-19, así como la reciente aparición de un brote a nivel europeo de Herpesvirus equino tipo 1 (rinoneumonitis equina), han tenido como consecuencia el incremento en la necesidad de información actualizada y disponible sobre enfermedades infecciosas equinas en la web y redes sociales.

En el Grado en Veterinaria, la reducción horaria de la docencia teórica, principalmente desde la incorporación del Plan Bolonia, impide que los alumnos reciban un conocimiento teórico detallado de todas las enfermedades infecciosas en équidos. En la actual situación de pandemia, las actividades *online* y la disponibilidad de fuentes fiables con información contrastada y actualizada sobre enfermedades infecciosas equinas es fundamental para

complementar la formación de los alumnos durante el Grado en Veterinaria. Además, los futuros profesionales clínicos dedicados a caballos van a requerir un conocimiento transversal que englobe distintas disciplinas incluyendo la medicina interna y la patología infecciosa, y por tanto las herramientas docentes que permitan al alumno tener una visión global y transversal ante un caso clínico son de vital importancia.

Por último, y como consecuencia de la globalización, es cada vez más frecuente la aparición de nuevos patógenos, así como el descubrimiento de nuevos mecanismos de patogenia y avances en el diagnóstico de las enfermedades infecciosas. Todo esto hace imprescindible la actualización periódica en esta área de conocimiento.

El objetivo del presente proyecto se centró en el desarrollo de una herramienta de formación en línea de libre acceso que ofrezca a los alumnos del Grado en Veterinaria, así como a profesores y veterinarios en activo, información actualizada sobre el diagnóstico y el control de las enfermedades de mayor relevancia en la especie equina, incluyendo enfermedades exóticas o emergentes, y la realización de un diagnóstico diferencial de enfermedades infecciosas de los équidos basándose en signos clínicos.

2. Metodología

La primera fase se centró en la selección de las enfermedades infecciosas de équidos en función de su importancia clínica (Sellon y Long, 2013), así como en la revisión bibliográfica para la inclusión de la información más relevante de cada enfermedad (signos clínicos, muestras adecuadas para el diagnóstico, junto con los métodos de diagnóstico laboratorial preferentes según la forma de enfermedad). Todos estos datos, junto con imágenes e información de interés, se utilizaron para la elaboración de las [fichas de las 26 enfermedades](#) incluidas en el proyecto (Figura 1). Además, la plataforma cuenta con un área para la elaboración de [diagnósticos diferenciales](#) en base a signos clínicos (Figura 2), en la que el alumno puede introducir signos clínicos típicos (ej. Fiebre, edema en región ventral) y la aplicación devuelve las enfermedades infecciosas en las que se describen los signos clínicos introducidos, por orden de probabilidad (de mayor a menor número de signos clínicos incluidos en la ficha de enfermedad) (ej. Enteropatía proliferativa equina, Fiebre equina de Potomac).

La herramienta web se desarrolló en HTML5 y php, con una base de datos SQL (González y colaboradores, 2017; Rodríguez-Campos y colaboradores, 2012) y acceso abierto a través de la dirección URL www.infequus.es. Se dispone de varias áreas dentro de la herramienta: elaboración de diagnósticos diferenciales en base a signos clínicos, consulta de fichas técnicas de las enfermedades y por último un buzón de sugerencias y/o dudas sobre las enfermedades o casos clínicos. La plataforma está disponible en español e inglés para potenciar la internacionalización de esta plataforma para estudiantes y profesionales.

Para continuar en el desarrollo de la herramienta Infequus y facilitar el aprendizaje, se ha planteado incorporar, entre otras mejoras, un sistema de Podcasts que ayude a que la información, disponible en la herramienta, llegue al alumno y otros usuarios de manera más sencilla y amena.

Inicio \ INFEQUUS \ Anaplasmosis granulocítica equina

26 Enfermedades
43 Agentes
213 Signos clínicos

Enfermedades infecciosas

Búsqueda de enfermedades infecciosas de los équidos

Diagnóstico diferencial

Diagnóstico diferencial de enfermedades infecciosas de los équidos

Enfermedades infecciosas

Enfermedad

Anaplasmosis granulocítica equina

Sinónimos

Ehrlichiosis equina (obsoleto)

Vectores

Ixodes ricinus *Ixodes pacificus*
Ixodes scapularis

Agente

Anaplasma phagocytophilum

Acrónimo: *A. phagocytophilum*
Tipo: Proteobacteria
Familia: Anaplasmataceae
Género: *Anaplasma*

Signos clínicos

Fiebre Ataxia Anorexia Ictericia
Petequias Depresión Anorexia parcial
Rechazo a moverse Disritmias cardíacas
Edema en extremidades
Infecciones secundarias
Traumatismos secundarios

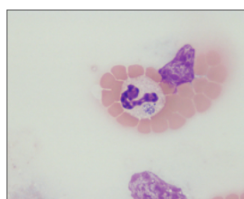


Figura 1. Se observa un agregado de bacterias azuladas dentro del neutrófilo, en el frotis de un caballo con fiebre intermitente y fiebre. El organismo es compatible con *Anaplasma phagocytophilum*. Cuando hay un número bajo, estos organismos pueden identificarse en la zona monocapa del frotis, como se muestra en la foto (Tinción con Wright, 1000x). Fuente: www.eClnPath.com



Figura 2. Presencia de petequias en mucosa oral, en un caballo con anaplasmosis granulocítica equina. Fuente: fotografía propia.

Anaplasmosis granulocítica equina

Etiología

El agente etiológico, antes denominado *Ehrlichia equi*, se considera en la actualidad una cepa de *Anaplasma phagocytophilum* debido a su homología del 99.1% en la secuencia 16S de su ANR ribosómico. Cocobacilo, gram negativo, con tropismo por granulocitos, suele agregarse en vacuolas intracitoplasmáticas de 1.5 a 5 µm de diámetro, formando mórulas.

Epidemiología

Presente en Estados Unidos, Canadá, Brasil, Europa, África y Asia, la enfermedad suele darse a finales de otoño, invierno y primavera. *A. phagocytophilum* causa enfermedad clínica en ruminantes domésticos, équidos, perros, gatos y humanos y es transmitida por garrapatas del género *Ixodes*. En Europa sus reservorios son roedores silvestres, ovejas y corzos. Las aves migratorias intervienen en la dispersión de *A. phagocytophilum* a través de la diseminación de las garrapatas infectadas. Los équidos se consideran un hospedador aberrante, ya que la presencia de la bacteria suele limitarse a la enfermedad aguda. La enfermedad suele ser subclínica en áreas endémicas que muestran una mayor seroprevalencia y puede darse de manera concomitante con otras enfermedades como borreliosis y piroplasmosis.

Patogenia

Una vez inculcada en la dermis por la garrapata, *A. phagocytophilum* se disemina a través de la vía linfática o sanguínea e invade las células de los sistemas linforeticular y hematopoyético, donde se replica en el interior de vacuolas. Se tiene poco conocimiento sobre los mecanismos patogénicos exactos por los cuales la bacteria provoca una respuesta inflamatoria tanto local como sistémica en diferentes órganos, además de pancitopenia. Esto produce una disminución de las defensas del hospedador, aumentando la predisposición a desarrollar infecciones oportunistas secundarias. Entre los 19 y 81 días postinfección, se desarrolla una respuesta inmunitaria celular y humoral, con la presencia de anticuerpos que se mantendrán al menos 2 años.

Signos clínicos

El período de incubación es inferior a 14 días. Los signos clínicos varían según la edad, siendo menos severos en caballos menores de 4 años. La duración de la enfermedad clínica es de 3 a 16 días y suele ser autolimitante en animales no tratados. Durante los primeros días hay fiebre alta (39,4-41,3°C) que se mantiene hasta 14 días. Los signos iniciales son rechazo al movimiento, ataxia, depresión, anorexia parcial, ictericia y petequias (figura 2). A los 3-5 días puede presentarse edema de extremidades, infecciones secundarias, traumatismos secundarios a la incoordinación y raramente arritmias cardíacas. Las alteraciones laboratoriales observadas son la leucopenia, trombocitopenia, anemia, ictericia y la detección en frotis sanguíneo de cuerpos de inclusión o mórulas en neutrófilos y eosinófilos.

Diagnóstico

Los diagnósticos diferenciales de AGE incluyen púrpura hemorrágica, enfermedad hepática, anemia infecciosa equina, arteritis viral equina y encefalitis. El diagnóstico definitivo puede realizarse teniendo en cuenta el área geográfica, signos clínicos, hallazgos laboratoriales y la observación de más de tres mórulas en frotis sanguíneo con tinción Giemsa o Wright. Las pruebas serológicas se realizan mediante inmunofluorescencia indirecta. Existen varias PCR disponibles para la detección de los miembros del genogrupo de *A. phagocytophilum*, con alta sensibilidad y especificidad, interesantes durante los estadios inicial y final de la enfermedad. Las lesiones macroscópicas observadas son edema en abdomen ventral y extremidades y hemorragias (petequias y equimosis) en extremidad distal. Los hallazgos histológicos son inflamación vascular en extremidades, órganos reproductores, plexo pampiniforme, riñones, corazón, cerebro y pulmones.

Tratamiento

La oxitetraciclina a dosis de 7 mg/kg/24h durante 5-7 días ha demostrado ser efectiva frente a AGE, con una mejora rápida de la clínica. Si no se trata, suele ser autolimitante, con 2-3 semanas de duración. En casos severos se recomienda tratamiento de soporte mediante fluidoterapia, vendaje de extremidades y confinamiento en el box. El pronóstico es excelente en casos no complicados.

Prevención y control

No existe vacuna en la actualidad. La prevención se limita a las medidas de control de garrapatas mediante el uso de productos repelentes a base de permetrinas.

Consideraciones Salud Pública

A. phagocytophilum engloba múltiples cepas, algunas de las cuales tienen potencial zoonótico. Estudios filogenéticos indican que cepas aisladas de humanos, perros y caballos en Europa, pertenecen al mismo complejo clonal. También se sospecha que el jabalí y el erizo son reservorios de las variantes humanas. Aun así, existen pocos casos diagnosticados de Anaplasmosis granulocítica humana, principalmente por la inespecificidad de los signos clínicos.

Referencias

- Pusterla, N. and J. E. Madigan (2013). "Equine Granulocytic Anaplasmosis." *Journal of Equine Veterinary Science* 33(7):493-496.
- Stuen, S. (2007). "Anaplasma phagocytophilum-the most widespread tick-borne infection in animals in Europe." *Vet Res Commun* 31(1):79-84.
- Stuen, S., et al. (2014). "Anaplasma phagocytophilum-pathogen with a zoonotic potential." *Parasites & vectors* 7(1):024.



Figura 1. Ficha de enfermedad. Anaplasmosis granulocítica equina. Fuente: VISA-VET-UCM.

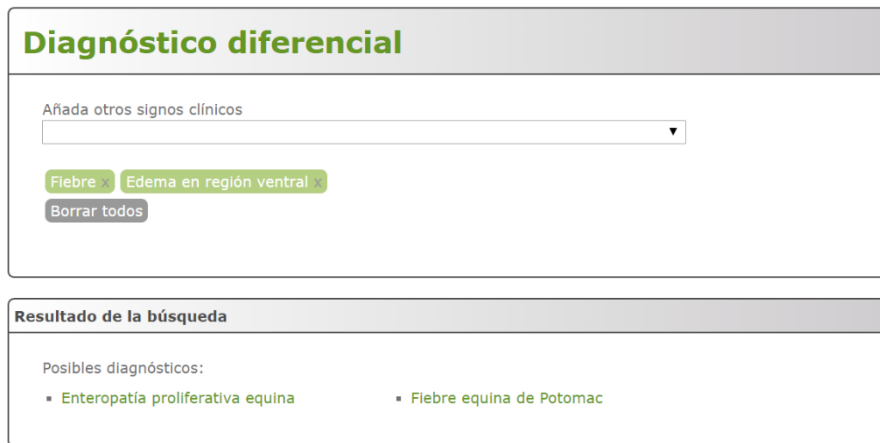


Figura 2. Área de diagnóstico diferencial. Fuente: VISAVET-UCM.

3. Resultados

La presente plataforma nació en el marco de un Proyecto de Innova-Docencia del año 2017 de la Universidad Complutense de Madrid Convocatoria 2011: Infequus: Plataforma de enfermedades infecciosas equinas (Proyecto 219). Como resultado de dicho proyecto, se ha desarrollado una plataforma tecnológica de libre acceso en el campo de las enfermedades infecciosas de los équidos que representa un apoyo docente para los estudiantes del grado en Veterinaria, así como una herramienta para los profesionales veterinarios en su vida laboral. Desde su lanzamiento en octubre de 2019 hasta la fecha, Infequus recoge 26 enfermedades equinas, 43 agentes infecciosos y 213 signos clínicos. Infequus ha tenido 141.505 visitas y el 22% de los visitantes vuelve a utilizar la aplicación nuevamente (Google Analytics). Los visitantes han sido en su mayoría hispanohablantes, con una diferencia estadísticamente significativa en el número de mujeres visitantes (64% mujeres vs. 36% hombres, $p > 0.001$), y una utilización mayoritaria en personas jóvenes (presumiblemente estudiantes) ya que el 38% de los visitantes estaba enmarcado en el rango de edad de 18-24 años, con un 25% de los visitantes en el rango de edad de 25 a 34 años y un 34% de los visitantes en rangos de mayor edad (de más de 35 años). Se constata el uso importante de los dispositivos móviles (en un 40% de los visitantes) en la conexión a la plataforma Infequus (Google Analytics).

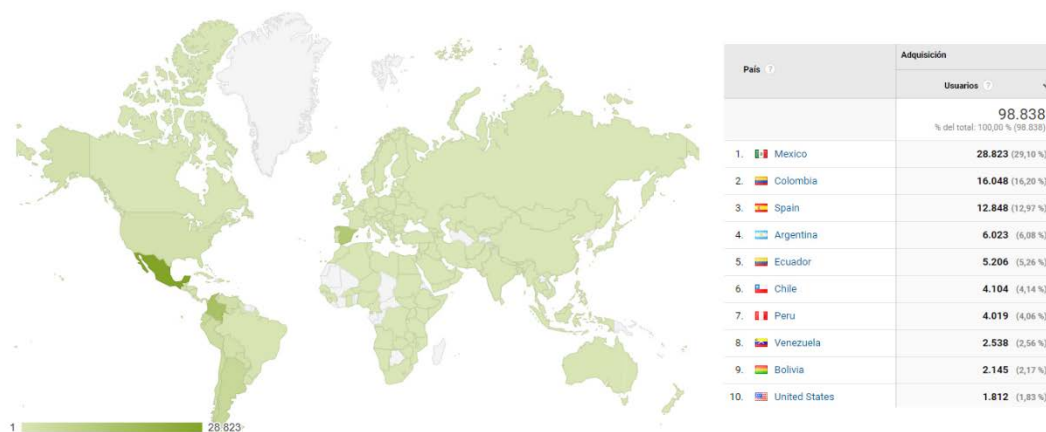


Figura 3. Gráfico de usuarios por ubicación. Fuente: Google Analytics.

La eficacia de la aplicación queda patente y puede medirse de manera cuantitativa, al poder medir el **número de visitas** a *Infequus* de alumnos que acceden *online*, así como el retorno a la web, que implica que el uso de la misma ha sido satisfactorio. Otros indicadores serían los comentarios **de los docentes** tanto integrantes del equipo de trabajo como otros docentes en las asignaturas de Enfermedades Parasitarias, Enfermedades Infecciosas, Medicina Interna I (Grandes Animales), Diagnóstico Clínico Laboratorial y Rotatorio Clínico de Medicina, Cirugía y Sanidad Animal, que han incidido en la utilidad y la practicidad de la aplicación a la hora de realizar el diagnóstico diferencial en casos de sospecha de enfermedades infecciosas en équidos.

4. Discusión

Las TIC son tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada como texto, imagen o sonido. Algunos autores han abogado por el uso de herramientas TIC en el campo de la docencia como elemento para estimular un aprendizaje más activo.

La disponibilidad de herramientas didácticas que permitan al alumno tener una visión transversal ante un caso clínico son de gran importancia en su proceso de aprendizaje integral. *Infequus* constituye una herramienta *e-learning* a disposición de los alumnos del grado de Veterinaria para el aprendizaje de la patología infecciosa de la especie equina. *Infequus* representa también una herramienta de apoyo para los veterinarios para la realización de un diagnóstico diferencial. Además, puede ser utilizada por los profesores en la docencia teórica y en seminarios para su aplicación por los propios alumnos, y es una herramienta en constante actualización.

Si bien el campo de la patología infecciosa se apoya sobre un aprendizaje práctico, además de una fuerte base teórica, la disponibilidad de herramientas como *Infequus* permite a los alumnos de Veterinaria tener una visión transversal sobre los conocimientos adquiridos, además de permitir su formación complementaria en esta disciplina. Al tratarse de una aplicación online y en abierto, permite al alumno y al futuro profesional veterinario disponer de manera eficaz y de fácil acceso de contenidos actualizados y fácilmente aplicables a la medicina clínica equina. A día de hoy no existe una aplicación similar con este tipo de contenidos. *Infequus* es por tanto una aplicación innovadora y que facilita en gran medida la realización de diagnósticos diferenciales, en casos clínicos reales para el veterinario profesional y en el aprendizaje de los signos clínicos presentes en cada enfermedad para los alumnos de Veterinaria.

Referencias bibliográficas

Sellon, C.D. & Long, M. (2013). *Equine Infectious Diseases*, 2ª edición. St. Louis, MI, EEUU: Science Direct Publication.

González, S., Cabanes, D., Ortega-García, MV., García, N., Moreno, I., Bárcena, C., Ancochea, C., Montes, M.J., Marino, E., Goyache, J., Domínguez, M. (2017). *A new website focused on the control and prevention of leishmaniosis*. Comunicación presentada

en *6th World Congress on Leishmaniasis, Instituto de Salud Carlos III, Drugs for Neglected Diseases initiative*, Toledo, Spain.

Rodríguez-Campos, S., González, S., de Juan, L., Romero, B., Bezos, J., Casal, C., Álvarez J., Fernández de Mera, I.G., Castellanos, E., Mateos, A., Sáez, J.L., Domínguez, L., Aranaz, A. and The Spanish Network on Surveillance and Monitoring of Animal Tuberculosis. (2012). A database for animal tuberculosis (mycoDB.es) within the context of the Spanish national programme for eradication of bovine tuberculosis. *Infection Genetics and Evolution*, 12(4), pp. 877-882.