



A lingua azul (febre catarral ovina) e o uso de modelos eólicos para planificar campañas de vacinación a grande escala

Neste estudo realizamos un percorrido pola situación actual da lingua azul en Europa e reflexionamos sobre os avances logrados no protocolo de modelización do vento para planificar as campañas de vacinación veterinaria, o cal pode mellorar a eficacia e a eficiencia destas campañas e axudar a reducir a súa propagación e o seu impacto no noso gando.

Guy Hendrickx
Avia-GIS (Zoersel, Bélxica)

OS JEJENES, VECTOR DE INFECCIÓN EN EUROPA

Nas últimas décadas, os *jeje*-nes picadores (*Culicoides* sp.) desempeñaron un papel cada vez máis importante como vector de infección de enfermidades emerxentes que afectan o gando en Europa. Estas enfermidades inclúen:

- **A febre catarral ovina ou lingua azul** (LA ou BTV): enfermidade vírica que afecta a ovinos, bovinos, caprinos e ruminantes salvaxes.

Caracterízase por inflamación das mucosas, hinchazón e hemorraxias, e pode ser mortal, sobre todo nas ovellas. Actualmente, o serotipo 3 (BTV-3), unha cepa non identificada ata agora nas rexións temperadas de Europa, está a invadir os Países Baixos, Alemaña e Bélxica, e é o tema central deste artigo de opinión.

- **Virus de Schmallenberg** (SBV): este virus afecta principalmente a bovinos e ovinos, provoca febre,

reduce a produción de leite e, en animais xestantes, pode causar malformacións conxénitas nas crías. O virus identificouse por primeira vez en Europa en 2011 e xa existe unha vacina.

- **Peste equina africana** (PEA): aínda que preocupa principalmente en África, existe o risco de que se propague a Europa. Trátase dunha enfermidade moi contagiosa e mortal que afecta a cabalos, mulos e asnos. Historicamente, fixo raras incursións en Europa, sobre todo en España e Portugal nos anos sesenta e, posteriormente, a finais do oitenta. A presenza da enfermidade en Europa víxíase estreitamente debido á súa elevada taxa de mortalidade nos cabalos e ao seu potencial de rápida propagación se se introduce en zonas non endémicas. Dispónse de vacinas.
- **Enfermidade hemorráxica epizootica** (EHE ou EHD): similar á lingua azul, a EHE afecta aos cérvidos, pero tamén pode afectar aos bovinos. Actualmente hai epidemias activas en varios países europeos. Francia sufriu importantes epidemias, principalmente nas rexións meridionais, e ampliou as restricións de movementos para controlar a propagación. España tamén rexistrou un aumento substancial das epidemias no seu territorio continental. Italia notificou casos de EHE en gamos salvaxes en Sardeña, e Portugal segue con 73 brotes. Na actualidade non se dispón de vacina en Europa e a doenza considérase motivo de gran preocupación.

► A LINGUA AZUL É UNHA ENFERMIDADE ANIMAL DE DECLARACIÓN OBRIGATORIA E, EN CASO DE SOSPEITA, DEBE NOTIFICARSE INMEDIATAMENTE

Estas enfermidades non só supoñen un problema sanitario directo para os animais, senón que tamén teñen importantes repercusións económicas pola perda de produtividade, as restricións comerciais e os custos asociados ás medidas de prevención e control. O seu risco pode variar en función do clima, as poboacións de *jeje*nes e os movementos dos animais. A vixilancia e as medidas de prevención, como a vacinación cando existe, son esenciais para xestionar estas ameazas.

SITUACIÓN ACTUAL DA LINGUA AZUL EN EUROPA

A situación actual en Europa é bastante grave, con múltiples brotes notificados en distintos países:

1. Países Baixos: o serotipo 3 da lingua azul (BTV-3) detectouse a principios de setembro de 2023 e desde entón propagouse rapidamente por todo o país. A finais de novembro de 2023, rexistráronse máis de 3.900 casos, que afectaban tanto a bovinos como a ovinos (véxase a figura a continuación). Trátase do primeiro brote no país desde 2009, o que provocou a perda do status de país libre de lingua azul. Os Países Baixos estiveron libres da enfermidade desde 2012.

2. Bélxica e Alemaña: o primeiro caso confirmado de BTV-3 en Bélxica detectouse nun rabaño de ovellas na provincia de Anvers. A 28 de novembro de 2023, había un total de catro focos de BTV-3 en explotacións ovinas de Bélxica. Todos están situados preto da fronteira cos Países Baixos.

3. Alemaña: confirmouse un primeiro foco en outubro de 2023, que afectou a unha explotación ovina de Renania do Norte-Westfalia.

Ata o 27 de novembro de 2023, notificáronse 15 focos do serotipo 3 (BTV-3) en Alemaña, o que mostra unha migración cara ao norte. Espéranse novos brotes, especialmente en Renania do Norte-Westfalia e Baixa Saxonia.

4. Reino Unido: tamén notificou algúns casos de BTV-3, con zonas de control temporal (ZCT) establecidas en Norfolk e Kent para restrinxir o movemento de animais susceptibles. En decembro de 2023, identificáronse 27 animais infectados en 16 explotacións.

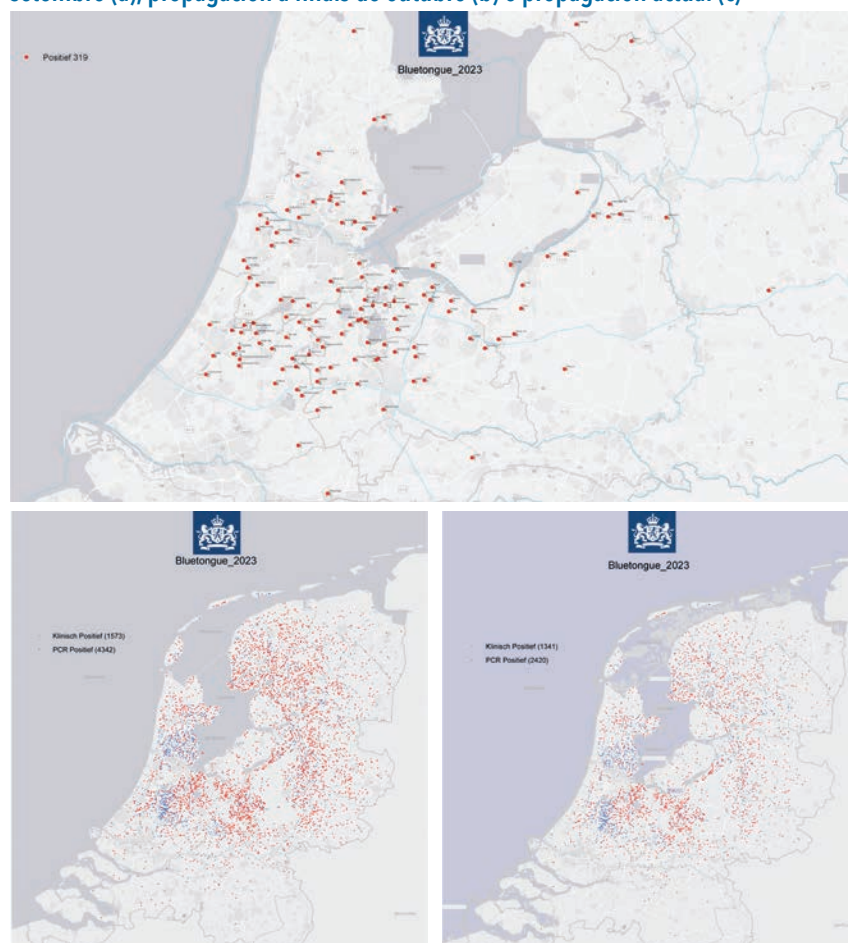
5. Francia: identificouse unha nova cepa do serotipo 8 do virus da lingua azul que se propagou a máis de 1.350 explotacións. Esta cepa presenta síntomas clínicos graves, pero as vacinas existentes contra o serotipo 8 actúan eficazmente. Está a estenderse principalmente cara ao nordés, afectando a rexións fronteirizas con Suíza, España e Córsega.

6. Italia: notificou varios brotes de diferentes cepas de BTV desde setembro de 2023, incluído un número significativo en Sardeña. Os focos refírense aos serotipos BTV-1, BTV-3, BTV-4 e BTV-8. Cabe sinalar que os brotes de BTV-3 en Sardeña non parecen ser da mesma cepa que nos Países Baixos.

7. España: en novembro de 2023, España notificou un total de 5 focos de BTV-4 en zonas anteriormente libres de lingua azul.

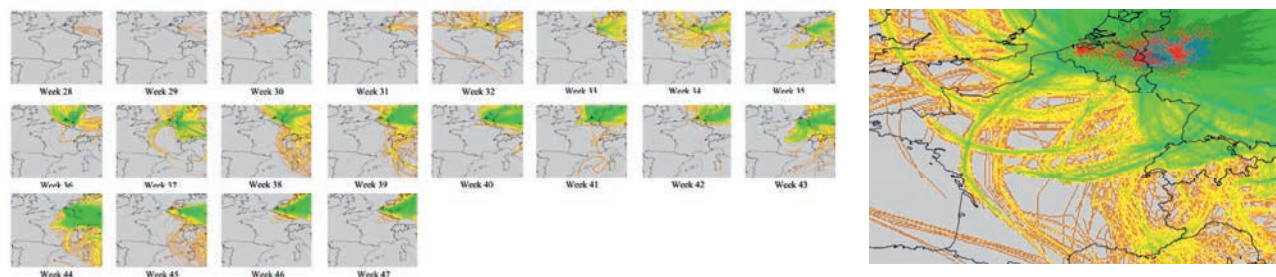
É importante sinalar que actualmente non existe ningunha vacina aprobada pola UE contra o BTV-3 e que aínda non se sabe se outras vacinas contra a lingua azul (BTV-8, 1 ou 4) poden ofrecer protección. A lingua azul é unha enfermidade animal de declaración obrigatoria e, no caso de sospeita, debe notificarse inmediatamente. A vixilancia está en curso e pídeselles a gandeiros e veterinarios que estean atentos. ►

Figura 1. Epidemia de BTV-3 nos Países Baixos en 2023: propagación a finais de setembro (a), propagación a finais de outubro (b) e propagación actual (c)



Fonte: nvwa.nl

Figura 2. Mapas semanais (a) e acumulativos (b) de densidade do vento que modelizan a epidemia de BTV 8 de 2006



DÉJÀ VU

Esta espectacular propagación do BTV-3 por gran parte dunha paisaxe bioclimática temperada lembraba á epidemia de BTV-8 que apareceu na rexión de Maastricht en 2006, na encrucillada de tres países: Bélxica, Países Baixos e Alemaña. Unha vez introducido, por unha vía aínda descoñecida, e sen dispoñibilidade de vacina, o virus propagouse por máis de 1,5 millóns de km² en dúas tempadas. A finais de 2008, máis de 50.000 explotacións de 14 países víronse afectadas. Só tras o desenvolvemento dunha vacina inactivada aprobada pola UE en 2008 puideron lanzarse campañas de vacinación sistemáticas e obrigatorias. Debido á gran demanda en Europa, aínda había escaseza de doses en 2008 e a propagación non se detivo ata 2009, unha vez que a vacina estivo amplamente dispoñible. Tras estas campañas de vacinación obrigatoria, que finalizaron en 2010, a maioría dos países europeos recuperaron o seu status de libres de BTV-8 entre 2010 e 2012. Esta cepa de BTV-8 é moi virulenta non só no gando ovino, senón tamén no bovino. Ademais, podería atravesar a barreira placentaria, o que non é típico das cepas de campo do BTV illadas anteriormente, e podería proporcionar un mecanismo adicional para pasar o inverno durante o período libre do vector de transmisión. Esta epidemia no norte de Europa probablemente causou máis danos económicos que calquera outra epidemia anterior de serotipo único do BTV. Tras a súa erradicación oficial, a cepa reapareceu en Francia en 2015 e estendeuse a máis de 5.000 explotacións. Os estudos demostraron que os anticorpos persisten durante polo menos 5 ou 6 anos tras a infección natural ou a vacinación. En 2015, a taxa de protección do gando contra o BTV-8

caera a menos do 20 %. En abril de 2019, o BTV-8 estendeuse de novo cara ao norte e o leste ata Alemaña, Suíza e Bélxica. Os gandeiros podían vacinar de forma voluntaria utilizando as vacinas inactivadas dispoñibles. Para o comercio, a vacinación seguía sendo obrigatoria.

MODELOS EÓLICOS

A epidemia de serotipo-8 deunos unha visión única de como este virus transmitido por *jejenes* propágase entre explotacións. Publicáronse numerosos artigos sobre o tema e destacáronse dúas vías principais: o transporte e o vento. O transporte pode favorecer a propagación tanto a través do gando infectado coma dos *jejenes*. Isto pode contribuír non só á propagación entre granxas, senón tamén dentro das propias granxas. Isto último é principalmente un risco adicional en zonas onde os pastos dunha mesma explotación están moi separados. Aínda que o transporte pode regularse e sempre é unha das medidas máis importantes que se toman unha vez identificado un brote, o vento é un proceso natural que non pode deterse.

Baseándose no noso traballo previo en Grecia e Bulgaria, a EFSA pediunos que desenvolvésemos un modelo de vento de segunda xeración durante o brote de serotipo-8 en 2006. Utilizando os datos de vento do Centro Europeo de Previsións Meteorolóxicas a medio prazo (ECMWF), calculáronse as traxectorias do vento para cada granxa infectada desde o inicio rexistrado dos síntomas. Estas traxectorias filtráronse para eliminar os eventos de vento que non contribuían á propagación potencial do vector. Os eventos de vento apropiados rastrexáronse (crear imaxes a partir de píxeles) e agruparon semanalmente para obter mapas semanais de densidade do vento (figura 2a). Ao mes-

mo tempo, tamén se calcularon mapas acumulativos de densidade do vento para avaliar o impacto global da dispersión do vector polo vento e superpuxéronse a estes as epidemias observadas (figura 2b).

Estableceuse así unha forte correlación positiva entre os datos de densidade do vento e o patrón de propagación horizontal asimétrica da epidemia de serotipo-8 de 2006. Demostrouse que a propagación a distancias curtas (<5 km), medias (5 a 31 km) e longas (>31 km) tiña un impacto diferente na propagación da enfermidade. As densidades de vento calculadas estaban relacionadas coa propagación a media/longa distancia, mentres que a propagación a curta distancia debíase principalmente ao voo circular activo dos *Culicoides* (tamén afectado os ventos locais). Mentres que traballos anteriores na conca mediterránea demostraron que a propagación eólica de *Culicoides* sobre o mar se produce a distancias de ata 700 km, este fenómeno non se observou en terra debido á elevada turbulencia. A propagación a longa distancia por terra seguiu un patrón de saltos, con paradas intermedias e o establecemento de grupos locais de circulación do virus a distancias de 35 a 85 km. Cara ao leste (en Alemaña), a altitude e a rugosidade do terreo, causantes de turbulencias aéreas e da caída de *Culicoides*, consideráronse factores importantes que limitaban a propagación.

En 2008-2009, produciuse outro acontecemento importante relacionado coa lingua azul. Era a primeira vez en Europa que un serotipo do BTV confinado á paisaxe bioclimático mediterráneo penetraba na paisaxe bioclimática temperada. De feito, o serotipo-1 cruzou a barreira pirenaica e entrou en Francia. Aínda que se trataba dunha noticia alarmante, a boa noticia era que xa ►►

Hablemos



Tras la aparición de los primeros brotes en 2004, la amenaza del virus de la **lengua azul** es constante tanto en España, como en varios países de Europa.

Desde hace más de 20 años, **trabajamos codo con codo** con veterinarios y ganaderos, protegiendo a millones de vacas y ovejas frente al virus BTV.

Nuestra experiencia en la investigación y desarrollo de vacunas nos permite ofrecer **una vacunación con sentido.**



se dispuña dunha vacina autorizada pola UE.

O noso traballo de modelización do vento serviu de base para desenvolver un protocolo de modelización de terceira xeración para responder a unha pregunta moi concreta das Autoridades Veterinarias belgas: propagaríase a Bélxica a cepa BTV-1 que aparecera en Francia? O noso novo modelo (figura 3a), financiado polo Laboratorio Veterinario Belga (CODA-CERVA naquel momento), utilizouse para avaliar a propagación da lingua azul por vectores, tendo en conta tanto o movemento dos vectores independente do vento como o mediado polo vento.

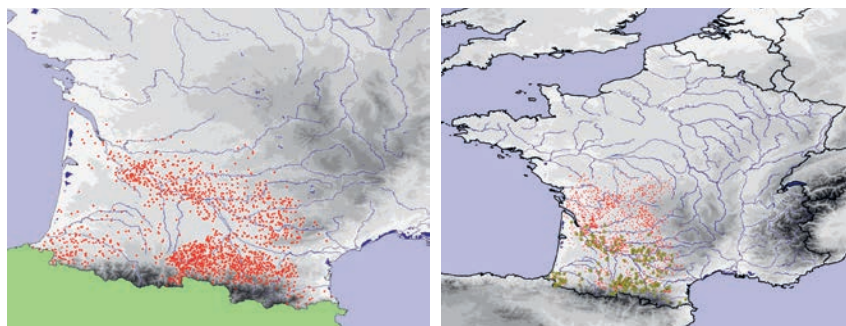
O modelo parametrizouse a partir dos coñecementos epidemiolóxicos da epidemia de serotipo-8 en 2006/2007 e da epidemia de serotipo-1 en 2008 no sur de Francia. O modelo predixo correctamente a superficie total da zona infectada, aínda que sobrestimou lixeiramente a densidade espacial de casos. O modelo utilizouse de forma operativa na primavera de 2009 para predicir a propagación do serotipo-1, tendo en conta as campañas de vacinación masiva en Francia (figura 3b). Isto permitiulles aos veterinarios belgas decidir se existía o risco de que o serotipo-1 se introducise en Bélxica desde Francia a través do movemento de *jejenes* e se, por tanto, era necesaria a vacinación. Dada a distancia da zona infectada prevista á fronteira belga, decidiuse non lanzar unha campaña de vacinación obrigatoria contra o serotipo-1 en Bélxica en 2009.

UTILIZACIÓN DE MODELOS PARA PLANIFICAR CAMPAÑAS DE VACINACIÓN

Os modelos de propagación eólica coma os descritos anteriormente para o virus da lingua azul (BTV) poden mellorar enormemente a planificación das campañas de vacinación de varias maneiras:

- 1. Cartografía predictiva:** estes modelos poden predicir as traxectorias e destinos probables dos *jejenes* portadores do virus da lingua azul transportados polo vento, o que axuda a identificar as zonas con alto risco de epidemias.
- 2. Vacinación oportuna:** ao predicir a chegada do virus da lingua azul a novas zonas, estes modelos

Figura 3. Epidemia de BTV-1 (a) observada no sur de Francia en 2008 e extensión prevista (b) en 2009, tendo en conta a vacinación masiva en Francia



permiten administrar vacinas a tempo, antes de que o virus chegue ás poboacións susceptibles.

3. Asignación de recursos: os modelos poden axudar a asignar os recursos de forma máis eficaz, concentrando os esforzos de vacinación nas zonas probablemente máis afectadas polo virus.

4. Seguimento e vixilancia: poden utilizarse xunto cos datos de vixilancia para controlar a eficacia das campañas de vacinación e adaptar as estratexias en caso necesario.

5. Avaliación de riscos: os modelos de propagación eólica contribúen a realizar avaliacións de riscos exhaustivas, o que permite tomar decisións máis informadas sobre onde e cando vacinar.

Ao incorporar estes modelos ao proceso de planificación, os xestores da sanidade veterinaria poden mellorar a eficacia e a eficiencia das campañas de vacinación contra a lingua azul, reducindo así a propagación e o impacto da enfermidade.

A cuestión principal é entón a seguinte: poden utilizarse eses modelos para apoiar a planificación dunha campaña de vacinación nunha poboación de ruminantes alleos á situación e estimar a porcentaxe de animais que é necesario vacinar para deter a súa propagación? Non é unha pregunta baladí, dado que (i) hai un longo atraso entre a vacinación e a inmunidade protectora dun individuo, e (ii) os *jejenes* infectados poden propagarse a distancias considerables durante ese tempo.

Para comprobalo, utilizamos o modelo desenvolvido a partir da epidemia de BTV-1 de 2008 no sur de Francia e supuxemos que existía unha prohibición efectiva do transporte dentro

das explotacións e entre elas na zona considerada. Inicialmente, supuxemos que non había vacinación e que a enfermidade se propagaba libremente a través de *Culicoides* infectados utilizando os ventos dominantes como factor principal.

Os resultados suxiren que cómpre vacinar unha elevada proporción de gando se se quere deter a propagación da enfermidade. Con todo, existe un problema práctico. Dado que non é posible vacinar todos os animais ao tempo, hai que idear unha estratexia de vacinación que garanta que estes estean inmunizados antes de que cheguen os *jejenes* infectados. Isto podería conseguirse da seguinte maneira:

- Supoñendo que a inmunidade tras a vacinación se obtén 6 semanas despois da primeira das dúas inxeccións nos bovinos, podemos calcular a superficie cuberta tras este período.
- Para lograr a máxima eficacia, temos que empezar a planificar a nosa campaña de vacinación na zona á que se chegará dentro de 6 semanas e ir retrocedendo cara á orixe da epidemia.
- Unha vez cuberta esta área, poden integrarse no proceso toques de seguridade adicionais.

Os resultados do modelo mostran que a distancia máxima percorrida ao cabo de 6 semanas é de 180 km (zona verde da figura 4). Por tanto, a primeira prioridade sería vacinar todos os animais da zona verde, traballando cara ao interior desde a zona exterior cara á zona vermella de orixe. A seguinte prioridade sería vacinar as explotacións da zona vermella e, por último, a vacinación podería consolidarse aínda máis nas zonas adxacentes fóra da zona verde. ►►

seguro
de

va cu no

de reproducción
y producción

Incluye saneamiento ganadero.
Asegure la calidad de su leche
(células somáticas, aflatoxinas...).

agroseguro



PARA SUSCRIBIR SU SEGURO, DIRÍJASE A: • CAJA DE SEGUROS REUNIDOS (CASER) • MAPFRE ESPAÑA CÍA. DE SEGUROS Y REASEGUROS • AGROPELAYO SOCIEDAD DE SEGUROS S.A. • SEGUROS GENERALES RURAL • ALLIANZ, COMPAÑÍA DE SEGUROS • PLUS ULTRA SEGUROS • HELVETIA CÍA SUIZA, S.A. • CAJAMAR SEGUROS GENERALES S.A. • MUTUA ARROCERA, MUTUA DE SEGUROS • GENERALI DE ESPAÑA, S.A. SEGUROS • SEGUROS CATALANA OCCIDENTE • MUSSAP, MUTUA DE SEGUROS • FIATC, MUTUA DE SEGUROS Y REASEGUROS • SANTA LUCÍA S.A. CÍA DE SEGUROS • REALE SEGUROS GENERALES • AXA SEGUROS GENERALES • MGS SEGUROS Y REASEGUROS S.A.



Nun contexto operativo, sería aconsellable volver executar o modelo para adaptar periodicamente os resultados a fin de ter máis en conta os ventos dominantes.

COMO SE APLICA ISTO A BTV-3?

Na actualidade, o serotipo-3 atópase en fase de hibernación e a súa propagación renovarase co inicio da tempada de factores de transmisión na primavera de 2024. Aínda que aínda non se presentou ningunha vacina para a súa autorización na UE, será esencial dispor dunha vacina canto antes se queremos evitar unha propagación masiva similar á do serotipo-8 en 2007-8.

Varios factores subliñan a necesidade dun enfoque estratéxico da vacinación:

- É moi probable que non se dispoña de suficientes doses para o inicio da campaña de vacinación de 2024.
- Aínda que fose obrigatoria, non sería posible vacinar ao mesmo ritmo que a aparición dos *Culicoides*.
- Os animais tardan 6 semanas en estar totalmente protexidos.

Por tanto, será esencial asignar os limitados recursos da forma máis intelixente posible para evitar o enorme impacto económico causado polo serotipo-8 en 2007-2008. ■

Figura 4. Simulación baseada nunha única introdución na zona vermella

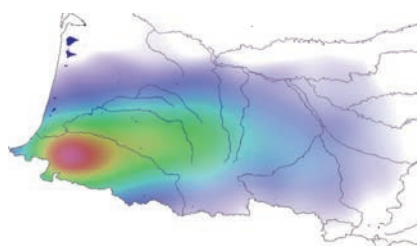
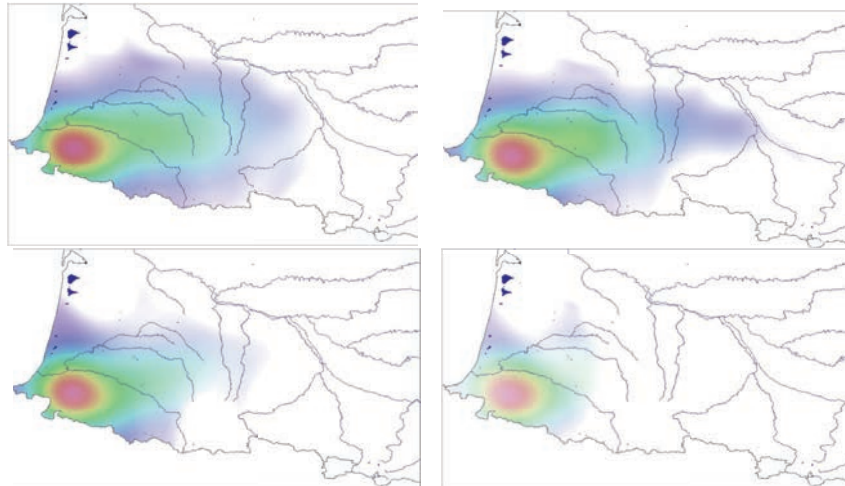


Figura 5. Simulacións epidémicas asumindo diferentes niveis de cobertura de vacinación uniforme



De arriba á esquerda: 70 %, 75 %, 80 % e 85 %, respectivamente

LECTURAS RECOMENDADAS

- Bournez, L., Cavalerie, L., Sailleau, C., Bréard, E., Zanella, G., Servan de Almeida, R., Pedarrieu, A., Garin, E., Courtejoie N, Cauchemez S, Zanella G, Durand B., 2019, Un enfoque baseado en redes para modelar la propagación de la lengua azul en Francia. *Prev Vet Med.* 170:104744. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104744>
- Ducheyne, E., De Deken, R., Becu, S., Codina, B., Nomikou, K., Mangana-Vougiaki, O., Georgiev, G., Purse, BV. y Hendrickx, G., 2007, Quantifying the wind dispersal of *Culicoides* species in Greece and Bulgaria, *Geospatial Health*, 2, 177-189. <https://doi.org/10.4081/gh.2007.266>
- Ducheyne, E., Lange, M., Van der Stede, Y., Meroc, E., Durand, B. y Hendrickx, G., 2010, A stochastic predictive model for the natural spread of bluetongue. *Preventive Veterinary Medicine - Special Issue on Modelling*, 99(1), 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.01.003>
- Faes, C., Van Der Stede, Y., Guis, H., Staubach, C., Ducheyne, E., Hendrickx, G. y Mintiens, K., 2013, Factors affecting Bluetongue serotype 8 spread in Northern Europe in 2006: the geographical epidemiology. *Prev. Vet. Med.* 110, pp. 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.026>
- Hendrickx, G., 2009, La propagación de la lengua azul en Europa. *Small Ruminant Research*, 86,34-39. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.09.014>
- Hendrickx, G., Gilbert, M., Staubach, C., Elbers, A., Mintiens, K., Gerbier, G. and Ducheyne, E., 2008, A wind density model to quantify the airborne spread of *Culicoides* species during north-western Europe bluetongue epidemic. *Medicina veterinaria preventiva*, 87(1-2). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.06.009>
- Holwerda, M., Santman-Berends, IMGA, Harders, F., Engelsma, M., Vloet, RPM, Dijkstra, E., van Genip, RGP, Mars, MH, Spierenburg,

- M., Roos, L., van den Brom, R., and van Rijn, PA, 2023, Emergence of bluetongue virus serotype 3 in the Netherlands in September 2023, *bioRxiv* 2023.09.29.560138; <https://doi.org/10.1101/2023.09.29.560138>
- Nicolas, G., Tisseuil, C., Conte, A., Allepuz, A., Pioz, M., Lancelot, R. y Gilbert, M., 2018, Heterogeneidad ambiental y variaciones en la velocidad de propagación del virus de la lengua azul en seis epidemias europeas. *Medicina veterinaria preventiva*, 149, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.005>
- Pioz, M., Guis, H., Crespín, L., Gay, E., Calavas, D., Durand, B., Abrial, D. y Ducrot, C., 2012, Why Did Bluetongue Spread the Way It Did? Environmental Factors Influencing the Velocity of Bluetongue Virus Serotype 8 Epizootic Wave in France. *PLOS ONE* 7(8): e43360. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043360>
- Tourette, I., Dion, F., Hendrickx, P. y Calavas D., 2018, Estimación de la inmunidad del rebaño bovino francés contra el serotipo 8 de la lengua azul en el momento de su reaparición en 2015. *BMC Vet Res* 14, 65. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1388-1>
- Zientara, S., MacLachlan, NJ., Calistri, P., Sanchez-Vizcaino, JM. y Savini, G., 2010, Bluetongue vaccination in Europe, *Expert Review of Vaccines*, 9:9, 989-991, <https://doi.org/10.1586/erv.10.97>

NOTA FINAL

O presente artigo forma parte dunha serie de contidos organizados por iniciativa dos Laboratorios Syva co fin de contribuír á difusión dos coñecementos científicos sobre a lingua azul e os vectores responsables desa enfermidade, co obxectivo de sensibilizar sobre os medios de controlala e previla. Todos os relatores expresan as súas propias opinións e os seus discursos recóllense integramente.



XXVI

CONGRESO INTERNACIONAL
ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Córdoba 24-26 abril 2024



La sostenibilidad, pilar clave de nuestro progreso



ANEMBE

ASOCIACIÓN NACIONAL
DE ESPECIALISTAS
EN MEDICINA BOVINA
DE ESPAÑA