

Diagnóstico e investigación de las enfermedades de los rumiantes en la plataforma de salud animal, INIA, Uruguay

Franklin Riet-Correa¹, Mizaël Machado², Carlos Schild³, Caroline Silveira², Federico Giannitti², Alejo Menchaca²

1- Programa de pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil, franklinrietcorrea@gmail.com.

2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Plataforma de Salud Animal, Estaciones experimentales de La Estanzuela y Tacuarembó.

3- California Animal Health Food Safety (CAHFS), University of California Davis. Investigador SNI - ANII, schild.co@gmail.com;

RESUMEN

La investigación, diagnóstico y control de las enfermedades que afectan los rodeos en Uruguay fueron intensificadas en los últimos años con la fundación de la Plataforma de Salud Animal en el año 2015. Se estructuró un Sistema Nacional de Salud Animal por medio de la cooperación con múltiples instituciones e investigadores y se desarrolló un programa de posgrado con becas dadas por INIA que resultó en decenas de tesis de grado, maestría y doctorado. Eso permitió alcanzar parcialmente los principales objetivos determinados cuando se idealizó la PSA: 1) desarrollar ciencia aplicada y básica, de alto nivel científico, para resolver problemas reales de salud animal y que permita conocer, evaluar y mitigar los riesgos de las enfermedades para la producción ganadera del Uruguay; 2) proteger al País del impacto que pueden causar la introducción de enfermedades transfronterizas, exóticas, emergentes o reemergentes; 3) disminuir la frecuencia o erradicar zoonosis de interés en salud pública y prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos de origen animal; 4) formar capital humano para la investigación a nivel internacional. Es fundamental que esa experiencia positiva siga siendo apoyada por las instituciones de financiación y así consolidar un sistema de diagnóstico, vigilancia e investigación eficiente para la Salud Animal de Uruguay.

Palabras claves: Diagnóstico, Investigación, Vigilancia, Salud Animal, Uruguay

SUMMARY

In Uruguay research, diagnosis and control of diseases that affect livestock improved in recent years with the creation of the Animal Health Platform in INIA in 2015. A National Animal Health System was structured in collaboration with various institutions and researchers. A postgraduate program in INIA resulted in dozens of un-

dergraduate, master's and doctoral theses. This makes it possible to partially achieve the main objectives determined when the PSA was created: 1) develop applied and basic science, at a high scientific level, to solve animal health problems and that allow knowing, evaluating and mitigating the risks of diseases for livestock production in Uruguay; 2) protect the country from the impact that the introduction of transboundary, exotic, emerging or re-emerging diseases may cause; 3) reduce the frequency or eradicate zoonoses of public health interest and prevent diseases transmitted by food of animal origin; 4) train researchers at an international level. It is essential that this positive experience continue to be supported by funding institutions and thus consolidate an efficient system of diagnosis, surveillance and research in Animal Health in Uruguay.

Keywords: Diagnosis, research, surveillance, animal health, Uruguay

INTRODUCCIÓN

La Plataforma de Salud Animal (PSA) fue creada en 2015, cuando comenzaron diferentes líneas de investigación para resolver problemas reales de los productores. El proyecto inicial de la PSA pretendía hacer parte de un Sistema Nacional de Salud Animal llevando en cuenta que **“el éxito de Uruguay como proveedor de animales y productos de origen animal de calidad, naturales e inocuos se basa en la capacidad de proporcionar a los mercados información sanitaria creíble y constatable. Para ofrecer esa información es necesario contar con actividades de diagnóstico, vigilancia e investigación de excelencia generadas por un sistema nacional de salud animal”**. A continuación, se mencionan los resultados de proyectos ejecutados en la PSA, la gran mayoría de ellos en colaboración con otras instituciones incluyendo Instituto Pasteur, Facultad de Veterinaria, Facultad de Ciencias, CENUR Litoral Norte, CENUR

Noroeste, Facultad de Medicina, Instituto de Biología Animal Clemente Estable, Instituto de Reproducción Animal Uruguay, SUL, MGAP y INAC. Además de los resultados de proyectos se incluyen las enfermedades diagnosticadas tanto en La Estanzuela como en el Núcleo de Salud Animal de Tacuarembó.

Morbilidad y mortalidad de las enfermedades que afectan la cría de los terneros

Se determinó que la tasa media de mortalidad de terneros en la cuenca lechera es de 15,8% (41.000 terneros por año). El 20% de los establecimientos tuvo mortalidad igual o menor a 5%. Se concluyó que, con medidas sanitarias, de higiene y manejo adecuadas, se puede disminuir la mortalidad a aproximadamente 5%. Esa disminución resultaría en un ingreso adicional de 17.000 terneros por año al sistema lechero. La principal enfermedad que afecta la cría es la diarrea y sus principales causas fueron *Cryptosporidium*, rotavirus y *Salmonella*, siendo frecuente encontrar infecciones por más de un agente (Costa et al. 2018, Schild et al. 2020, Caffarena et al. 2021). Serotipificación fue realizada en 41 aislamientos de *Salmonella enterica* y se evaluó la susceptibilidad a 14 antibióticos de 9 clases. *Salmonella* Typhimurium fue el serotipo más frecuente, seguido de *S. Dublin* y *S. Anatum*. Las mayores frecuencias de resistencia fueron registradas para la tetraciclina, la estreptomycin y la ampicilina. Cinco aislamientos fueron resistentes al menos a un antibiótico, 21 eran resistentes a 2 antibióticos y 14 eran multirresistentes (resistentes al menos a un antibiótico en 3 categorías de antibióticos). Se encontraron once patrones de resistencia diferentes. La resistencia a múltiples fármacos en *S. enterica* es una preocupación para salud animal y pública no solo por su potencial zoonótico sino también por la posibilidad de transferir determinantes de resistencia a otros géneros bacterianos (Casaux et al. 2019).

Frecuencia de infección por *Cryptosporidium* spp. en terneros de tambos y caracterización de especies potencialmente zoonóticas de *Cryptosporidium*.

Se identificó *Cryptosporidium parvum* en 255 muestras de materia fecal de 170 terneros con diarrea y 85 sin diarrea, provenientes de 29 tambos. Se identificaron 7 subtipos de *C. parvum*, 5 de las cuales pueden causar diarrea en humanos, por lo que la contaminación de las

fuentes de agua puede ser un riesgo para la población (Caffarena et al. 2020).

Rotavirus, Coronavirus y Norovirus

Un total de 833 muestras de heces y contenido intestinal de terneros de leche y carne se analizaron mediante RT-qPCR y secuenciación. Se detectó rotavirus A (RVA) en el 57% de las muestras. La frecuencia de detección fue significativamente mayor en los terneros de leche (59,5 %) que en los de carne (28,4 %), mientras que no difirió significativamente entre terneros nacidos en rebaños que fueron vacunados (64%) o no vacunados (66,7%) contra las diarreas neonatales. La frecuencia de detección de RVA y la carga viral fueron significativamente mayores en muestras de terneros diarreicos (Castells et al. 2020).

En esas mismas muestras fue determinada la frecuencia de infecciones por Coronavirus bovino (BCoV) y su diversidad genética. La tasa de detección general fue de 7,8% (64/824); 7,7% (60/782) en bovinos de leche y 9,5% (4/42) en bovinos de carne. La tasa de detección de BCoV en muestras de terneros muertos y vivos fue 10% (6/60) y 7,6% (58/763), respectivamente. La frecuencia de detección de BCoV en terneros nacidos de madres vacunadas (3,3%, 8/240) fue menor que en terneros nacidos de madres no vacunadas (12,2%, 32/263) y fue mayor en los meses más fríos (11,8 %, 44/373) que en los meses más cálidos (1,5 %, 3/206) (Castells et al. 2019).

En 761 de las muestras mencionadas anteriormente se analizó mediante RT-qPCR la presencia de Norovirus Bovino (BoNoV), que fue detectado en el 66,1% de las muestras, con mayor frecuencia en terneros de leche (70,5%) que de carne (15,9%). BoNoV se detectó de manera similar en terneros con diarrea (78,8 %) y no diarreicos (76,2 %). El análisis filogenético confirmó la presencia de GIII.1 y GIII.2 genotipos. BoNoV ha sido propuesto como una de las causas de diarrea neonatal en terneros (Castells et al. 2020).

En 457 muestras de heces y 43 contenidos intestinales de terneros lecheros se analizaron para Astrovirus por RT-PCR, seguido de secuenciación y análisis filogenéticos de la polimerasa y las regiones de la cápside. Veintiséis por ciento (128/500) de las muestras fueron positivas para el género Mamastrovirus, incluidos Mamastrovirus 28, Mamastrovirus 33 y una especie de Mamastrovirus sin clasificar. La especie no clasificada se caracterizó como una nueva especie de Mamastrovirus. BoAstV circula en bovinos lecheros uruguayos con una alta diversidad genética. El eventual significado clinicopatológico de la infección entérica por BoAstV en terneros necesita

más investigación (Castells et al. 2020).

Adicionalmente, en otros trabajos se identificó una encefalitis en bovinos causada por **Astrovirus**. Es probables otros casos de encefalitis por astrovirus pudieron haber pasado inadvertidos, por lo que es necesario considerar esta enfermedad en el diagnóstico diferencial de encefalitis infecciosas en bovinos (Giannitti et al. 2019; Doncel Diaz et al. 2022).

Leucosis bovina

La PSA está participando de un proyecto, coordinado por el Institut Pasteur para desarrollar un programa de control de la leucosis bovina. Para eso colaboró en el desarrollo de un test de ELISA para diagnóstico de leucosis en sangre y leche y una técnica de PCR para cuantificar la carga proviral y eliminar selectivamente los animales con mayor carga proviral (Riet-Correa et al. 2019).

Eimeriosis en terneros de tambos

Adicionalmente a los trabajos anteriores se estudiaron las especies de *Eimeria* que ocurren en el País y la dinámica de infección de la eimeriosis en terneros de tambos. *Eimeria bovis*, *Eimeria zuernii*, *Eimeria ellipsoidalis*, *Eimeria auburnensis*, *Eimeria canadensis* y *Eimeria alabamensis* fueron identificados en diferentes tambos. *E. bovis* y *E. zuernii* fueron las más importantes como causa de signos clínicos. Los terneros de 21–40 días de edad fueron significativamente más afectados. Considerando que la diarrea en terneros es una enfermedad multifactorial, la eimeriosis debe tenerse en cuenta al evaluar las medidas de control del síndrome diarreico, especialmente en terneros de 21 a 40 días de edad (Saravia et al. 2011).

En un establecimiento de Tacuarembó se diagnosticó un brote de coccidiosis nerviosa en terneros de sobreaño con una tasa de morbilidad y mortalidad de 6.7% (3/45) asociado *E. bovis* y *E. zuernii*. Un brote similar en terneros de sobreaño fue diagnosticado en el departamento de Rocha. En ambos brotes los animales presentaban diarrea y en la necropsia se observó enteritis hemorrágica. No se observaron lesiones en el sistema nervioso.

Causas y prevalencia de abortos en bovinos lecheros

Las principales causas de aborto en ganado lechero fueron la neosporosis (29%), la coxielosis por *Coxiella burnetii* (6%) y la campilobacteriosis (2%), entre otras. En un mismo establecimiento pueden coexistir al mismo tiempo diferentes causas de aborto por lo que para ha-

cer el diagnóstico es importante estudiar más de un feto abortado. A pesar de que existen vacunas para alguna de esas enfermedades hay que establecer la eficacia de las vacunas utilizadas para los diferentes agentes (Macías-Rioseco et al. 2018ab, 2019ab, 2020, Rabaza et al. 2021).

Adicionalmente fue identificado un feto bovino infectado por un **Poliomavirus** (*Bovine polyomavirus-1*) con lesiones renales y hepáticas evidenciando que este virus es una causa de aborto en bovinos (Giannitti et al. 2022).

Generación de nuevas herramientas para el control de *Neospora caninum* a partir de un enfoque epidemiológico y genómico

En este proyecto, coordinado por el Institut Pasteur, se aislaron 4 cepas de *Neospora caninum* y se estudiaron diferentes factores de patogenicidad del parásito, lo que permite iniciar trabajos de investigación para el desarrollo de una vacuna. El desarrollo de una prueba de ELISA para el diagnóstico y control de la enfermedad también es importante, ya que los kits para diagnóstico importados son caros, lo que hace no viable su utilización en planes de control (Cabrera et al, 2019). Adicionalmente se identificó molecularmente *N. caninum* en dos especies de zorros de Uruguay (Mannise et al. 2021).

Aislamiento y tipificación de cepas de *Leptospira*

En este proyecto, coordinado por el Institut Pasteur, se aislaron e identificaron 65 cepas de *Leptospira* de bovinos de distintas regiones del país. Estos resultados son importantes porque las especies identificadas son diferentes de las empleadas en las vacunas y permitirán, además de conocer la epidemiología de la enfermedad, desarrollar vacunas más eficientes (Zarantoneli et al. 2019).

Adicionalmente se diagnosticaron dos brotes de leptospirosis aguda por *Leptospira interrogans* serogroup Pomona serovar Kennewicki en corderos (Hamond et al. 2019).

Campilobacteriosis y tricomoniasis

En un estudio fue evaluado un método de PCR en tiempo real (qPCR) para el diagnóstico de *Campylobacter fetus* en muestras de toros de carne y leche, comparándolo con cultivo y aislamiento. Se estudiaron muestras prepuciales de 520 toros obtenidas en frigoríficos. La sensibilidad estimada de qPCR fue 90,9 % (IC 95 %, 69,4 %–100 %) y la especificidad fue 99,4 % (IC 95%, 98,6% -

100%). La prevalencia de toros positivos por aislamiento fue de 2,1 % y por qPCR del 2,5 % por qPCR. Nueve aislamientos fueron identificados como *C. fetus venerealis* y dos como *C. fetus fetus* (Delpiazzi et al. 2021). En ese mismo muestreo se observó un 5% (6/121) de toros positivos por PCR para *Tritrichomonas foetus* en los animales destinados a la producción lechera, siendo que todos ellos provenientes del mismo establecimiento (Silveira et al, 2020). Estos resultados demuestran que las enfermedades venéreas, estudiadas desde la década de 1970 en Uruguay, continúan estando presentes y deben ser incluidas en los protocolos de diagnóstico de las causas de infertilidad en bovinos de carne y leche en rodeos que no utilizan la inseminación artificial.

Causas de aborto en ovinos

Cien casos de aborto fueron estudiados en ovinos. Veintisiete casos (27%) fueron causados por *Toxoplasma gondii*, 5 (5%) por *Campylobacter fetus* subespecie *fetus* y 1 (1%) por una especie no identificada de *Campylobacter*. Catorce casos (14%) presentaban lesiones fetopla-centarias inflamatorias y/o necrosantes compatibles con una etiología infecciosa en los que no se identificó claramente la causa de estas lesiones (Dorsch et al. 2022). Adicionalmente, en la rutina de diagnóstico, fue diagnosticado un caso de aborto por *Francisella* sp., enfermedad hasta entonces considerada exótica en la región (Giannitti et al. 2023).

Diarrea viral bovina (BVD)

En un estudio serológico de 390 bovinos no vacunados no contra BVD de los departamentos de Rivera, Tacuarembó y Florida todos los rodeos fueron positivos con una prevalencia media de animales con anticuerpos del 74,1% (298/390). La detección molecular de BVDV fue realizada por PCR en tiempo real (qPCR) y ELISA de captura. Para estudiar la diversidad genética de las estirpes de BVDV que circulan en Uruguay, por medio de árboles filogenéticos con nodos de buen soporte estadístico, se utilizó un fragmento de 607 pb de las secuencias nucleotídicas concatenadas de la 5'UTR y la proteasa viral N^{pro} (5'UTR/N^{pro}), y el extremo amino terminal de la glicoproteína de membrana E2 (Maya et al., 2016, 2020). El 4,1% (16/390) de los animales fueron positivos a Antígeno Prueba ELISA de captura y PCR y en tiempo real. El examen filogenético mostró que las especies BVDV-1 y BVDV-2 están presentes en nuestros rodeos. El subtipo más frecuente es el BVDV-1a, seguido por BVDV-1i y BVDV-2b (Maya et al. 2016). En trabajos posteriores fue

determinado que la epidemiología molecular de BVDV permaneció incambiada y BVDV-1a continuó siendo el subtipo viral mayoritario, seguido por los subtipos virales BVDV-2b, y BVDV-1i (Maya et al. 2020, Silveira et al. 2020).

Condiciones asociadas al BVDV se diagnosticaron en 8 brotes de enfermedades incluyendo: enfermedad de las mucosas, infecciones posnatales transitorias por BVDV asociadas con salmonelosis digestiva o septicémica por *Salmonella* serovar *typhimurium*, bronconeumonía por *Histophilus somni*, coinfecciones del tracto urinario con *Escherichia coli* y *Streptococcus* sp.; coinfección entérica con coccidios; e infecciones fetales transplacentarias y abortos con coinfección por *Neospora caninum*. BVDV-1^a y BVDV-2b se identificaron cada uno en cuatro de los ocho casos. Concluimos que BVDV-1a y BVDV-2b contribuyen significativamente a la enfermedad y mortalidad en bovinos en Uruguay (Silveira et al. 2019).

Evaluación inmunológica de ovinos resistentes y susceptibles a la infestación por *Haemonchus contortus*

Este proyecto, coordinado por la Facultad de Medicina, estudió la respuesta inmunológica de ovinos resistentes y susceptibles a *Haemonchus contortus*. Fue demostrado que existe una respuesta inmune diferenciada en cada línea de ovinos evaluada, sugiriendo mecanismos inmunológicos diferentes en cada una de ellas. Además, se comprobó la posibilidad de detectar dicha respuesta a través de las IgA específicas en saliva: procedimiento con tecnología local disponible (Escribano et al. 2019).

Impacto de *Fasciola hepatica* en bovinos en la industria cárnica

Se estudiaron los pesos, a la misma edad, de carcasas de bovinos infectados y no infectados por *F. hepatica*, comprobando que a los 20-30 meses de edad las carcasas infectadas pesan 6,34 kg menos que las no infectadas. Además, carcasas con *F. hepatica* tienen peor conformación y menor scores de grasa. La prevalencia de carcasas infectadas fue de 34,3% y la prevalencia de establecimientos positivos, por departamento, varió entre 70% y 100% (Costa et al. 2019).

Ectima contagioso y la situación de las vacunas comerciales en Uruguay

Se estudió la ocurrencia de un brote de ectima contagioso en ovinos del departamento de Maldonado. Fueron registradas tasas de morbilidad de 25,6% y letalidad de

4,3%. Todos los animales habían sido vacunados conforme indicación del fabricante. Los principales hallazgos de necropsia consistieron en dermatitis proliferativa, erosiva, nodular multifocal a coalescente. Numerosos corpúsculos de inclusión eosinofílicos intracitoplasmáticos fueron observados en los queratinocitos. Análisis moleculares identificaron que unas de las vacunas comerciales disponibles no contenían el Parapoxvirus B2L. Estos resultados demostraron que posibles problemas en la producción o almacenamiento de las vacunas se traducen en perjuicios económicos al productor (Costa et al., 2019).

Situación actual de la garrapata y tristeza parasitaria y control de ambas enfermedades

Se determinó la prevalencia de la garrapata y de la tristeza parasitaria en Uruguay (Miraballes et al. 2019, 2022). Se determinó el perfil de susceptibilidad de la garrapata a los acaricidas en 47 poblaciones de garrapata (Saporiti et al. 2021), se desarrolló una técnica para el diagnóstico de resistencia de las garrapatas al fluazurón y se determinó resistencia a este acaricida en un establecimiento. Se desarrolló un PCR multiplex para el diagnóstico de tristeza parasitaria (Parodi et al. 2020) y se estudió la epidemiología de los brotes (Parodi et al. 2022). Se trabajó en establecimientos comerciales realizando planes de control o eliminación basados en el diagnóstico de situación. El 20% de los productores logró eliminar la garrapata del predio. Se desarrolló una App que permite que los productores evalúen la probabilidad de que la garrapata se reintroduzca al predio. Con esto pueden determinar si les conviene eliminar o controlar este parásito (Miraballes et al., 2022ab). Se publicó una revisión histórica sobre la garrapata y la tristeza parasitaria en Uruguay (Miraballes et al. 2018). Adicionalmente, en un establecimiento comercial, se comparó la eficacia de una vacuna refrigerada contra babesiosis y anaplasmosis con una congelada. No se encontraron diferencias significativas entre la protección ofrecida por ambas vacunas ($p > 0,05$), entre el 93% y 98,3% de los animales vacunados (Miraballes et al. 2018).

Control de la mosca de los cuernos mediante tratamiento selectivo

Se determinaron formas de control de la mosca de los cuernos para ganado lechero y de carne, mediante métodos que disminuyen la dependencia de los insecticidas. Para ganado lechero, se desarrolló una trampa de paso, que, sin usar químicos, controla la población de

mosca de los cuernos en un 88% (Miraballes et al. 2017). Para ganado de carne se estableció que tratando a los toros con una caravana con Diazinon al 40%, durante la época de entore, se disminuye la población de moscas de todo el rodeo. Este tratamiento es suficiente cuando el número de moscas en las vacas es menor a 200 por animal. Cuando las poblaciones de moscas son mayores, es efectivo el tratamiento de los toros y del 10% de las vacas con mayor número de moscas (Miraballes et al. 2018). En otro trabajo fue determinado que de 31 poblaciones de campo estudiadas todas fueron susceptibles al Fipronil (Miraballes et al. 2021).

Diversidad y estacionalidad de tábanos (Diptera: Tabanidae) en Uruguay e importancia de los tábanos como transmisores de *Anaplasma marginale*

Se determinaron las especies de tábanos presentes en diferentes departamentos y la transmisión de *Anaplasma marginale* por estos. Se recolectaron un total de 3.666 tábanos y se identificaron 16 especies. Estas especies incluían tres especies que no habían sido registradas previamente en Uruguay, a saber, *Dasybasis ornatisissima*, *Dasybasis missionum*, y *Tabanus aff. platensis* y una especie que no había sido previamente descrita taxonómicamente (*Tabanus* sp.1). Las especies más abundantes fueron *Tabanus campestris*, *Tabanus aff. platensis* y *Dasybasis missionum*, representando el 77,6% de los ejemplares recolectados. La temporada de tábanos en Tacuarembó comenzó en septiembre y terminó en mayo (Lucas et al. 2020).

En ese mismo proyecto, se investigó la presencia de *Anaplasma marginale* en 8 especies de tábanos (*Dasybasis missionum*, *Poeciloderas lindneri*, *Tabanus campestris*, *T. claripennis*, *T. fuscofasciatus*, *T. platensis*, *T. tacuaremoensis* y *T. triangulum*). El 27% de los tábanos capturados fueron positivos para *A. marginale*, identificándose este agente infeccioso en 4 de las especies estudiadas (*D. missionum*, *P. lindneri*, *T. fuscofasciatus* y *T. tacuaremoensis*). Estos resultados muestran la posible importancia de los tábanos como transmisores de *A. marginale* (Dutra Rodrigues et al. 2023).

Causas y tasas anuales de descarte y mortalidad de vacas en rodeos lecheros

Las tasas de descarte en ganado lechero se estudiaron, entre junio de 2019 y mayo de 2020, en 12 tambos localizados en los departamentos de Colonia y San José. La población en los tambos varió entre 74 y 740 vacas

masa (VM) a nivel de rodeo, con población promedio de 3126 VM. La tasa total de descarte de vacas lecheras fue del 23,1% (n = 721). El descarte de vacas para faena fue del 18,1% (n = 565), la mortalidad fue del 4,5% (n = 141) y la venta como animales de ordeño para otras lecherías fue del 0,5% (n = 15). El descarte de vacas lecheras para faena por problemas reproductivos fue de 29,3% (n = 211), por mastitis de 25,9% (n = 187), por mala conformación de la ubre de 6,2% (n = 45), por cojeras de 4,6% (n = 33) y por otras enfermedades de 4,7% (n = 34). Las tasas de descarte de vacas lecheras de Uruguay son similares o inferiores a las observadas en países con vacas en confinamiento y sistemas lecheros alimentados con ración, pero mayores que las tasas observadas en países con sistemas lecheros basados en forrajes. Se hace necesario implementar estrategias apropiadas de control y prevención de problemas reproductivos, mastitis y otras enfermedades (principalmente leucosis, paratuberculosis y enfermedades nutricionales) para reducir el descarte prematuro de vacas y aumentar la rentabilidad de los rodeos (Doncel 2022). Con este proyecto la PSA cumplió con los objetivos de estudiar los tres principales problemas sanitarios de la lechería en Uruguay: mortalidad de terneros, descarte de vacas y problemas reproductivos.

Control y erradicación de *Cochliomyia hominivorax* mediante generación de linajes editados genéticamente por el sistema CRISPR-Cas

Este proyecto está siendo ejecutado en el Instituto Pasteur junto al Instituto de Reproducción Animal Uruguay y el INIA, con el objetivo de desarrollar técnicas moleculares para la erradicación de la mosca de la bichera. Con la participación de diversas instituciones uruguayas, la Universidad de Carolina del Norte y el Instituto Tecnológico de Massachusetts serán desarrolladas moscas estériles mediante edición génica por el sistema CRISPR-Cas para la erradicación de la bichera. El desarrollo a nivel local de esta nueva biotecnología aplicada a la salud animal, permitirá a Uruguay y a la región el control de problemas de alto impacto generados por ciertas plagas para la ganadería, como por ejemplo la mosca de la bichera y la garrapata.

Evaluación de los impactos económico y social de un cambio en el estado sanitario de la prevención y control de fiebre aftosa en el Uruguay y análisis de riesgo de introducción de la enfermedad

Este proyecto, realizado por INAC, INIA y MGAP, contrató una consultora internacional para el análisis de costo beneficio de una política de control de la aftosa con o sin vacunación. Se establecieron los costos de la estrategia actual de control y las potenciales estrategias futuras de control, con y sin vacunación. Se estimaron los costos con la posible presencia de aftosa en Uruguay. Se estimó el impacto en mercados por el cambio de estatus sanitario respecto a la vacunación y se estimaron también los impactos de un brote de aftosa. Se desarrolló un Análisis de Decisión por Múltiples Criterios que podría ser utilizado para planificar un programa nacional de control evaluando acciones alternativas que producirían resultados más efectivos. Esta información podrá ser utilizada para tomar decisiones con relación al control y vigilancia de aftosa y de la continuidad o no de la vacunación (Perri et al. 2019, Corbelini et al. 2020).

Adicionalmente, se estudió el efecto de la vacunación contra fiebre aftosa en vacas preñadas determinando que la vacunación en los primeros 45 días de preñez incrementa las fallas en la gestación. Aquellas vacas vacunadas durante los 30 días siguientes a la inseminación se preñaron 7,8% menos que las vacas no vacunadas, y aquellas vacas que recibieron la vacunación entre los 30 y 45 días de preñez tuvieron una mayor pérdida de gestación que las vacas no vacunadas (4,9% vs. 2,5%, respectivamente; $P < 0.05$). No hubo efecto sobre las pérdidas de gestación cuando la vacunación se realizó luego de los 45 días de preñez (García-Pinto et al. 2021). Se recomienda que los planes de vacunación antiaftosa consideren esta información para que los productores no se vean obligados a vacunar durante la estación de monta o en una época con vacas recién preñadas.

Paratuberculosis en ovinos

Seis casos de paratuberculosis ocurrieron entre mayo de 2015 y marzo de 2016, en una majada de 735 ovejas en Colonia manejada bajo condiciones de pastoreo extensivo. Los signos clínicos incluyeron pérdida de peso, emaciación, diarrea intermitente y edema submandibular. Las lesiones macroscópicas e histológicas se caracterizaron por enteritis granulomatosa, con aumento de tamaño de los ganglios mesentéricos, dilatación de vasos linfáticos y presencia de bacterias ácido-alcohol resistentes. *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* fue identificado por aislamiento inmunohistoquímica y PCR. De 35 ovinos faenados en frigorífico, 3 presentaron lesiones macroscópicas e histológicas de la enfermedad, evidenciando la ocurrencia de casos subclínicos. Un estudio

serológico determinó una prevalencia de $\leq 2.3\%$ ovinos positivos a paratuberculosis, en cuanto la prevalencia de casos clínicos fue de 1.5% (Giannitti et al. 2018). El diagnóstico de esta enfermedad, que ya había sido diagnosticada anteriormente en Uruguay (Débora Cesar, datos no publicados), sugiere que la enfermedad puede ser frecuente en majadas del Uruguay. Este hecho es probable porque es una enfermedad crónica, confundible con otras enfermedades que cursan con adelgazamiento progresivo (parasitosis gastrointestinales, principalmente) y con presencia de casos subclínicos

Actinobacilosis en bovinos

Fueron diagnosticados dos brotes de actinobacilosis en bovinos, afectando principalmente a los ganglios linfáticos de la cabeza y del cuello. La enfermedad afectó a 40 de 540 vacas lactantes en un rodeo lechero y 5 de 335 novillos de dos años en un rodeo de carne. Se observaron nódulos, individuales o múltiples, ulcerados, principalmente en los ganglios linfáticos retrofaríngeos, parotídeos y submandibulares. Siete de 8 vacas se recuperaron después del tratamiento con yoduro de sodio. La actinobacilosis linfática es una enfermedad frecuente en Uruguay. La morbilidad es de 1 a 50%; la mortalidad es $<1\%$. *Actinobacillus lignieresii* aparentemente penetra en la mucosa oral y faríngea intacta, infectando principalmente los ganglios linfáticos regionales. Para controlar la enfermedad, los casos clínicos deben ser tratados con yoduro de sodio o antibióticos y aislados del rodeo (Caffarena et al. 2017).

Deficiencias de minerales y suplementación mineral en bovinos en campos naturales

Resultados de 3 experimentos determinaron que ocurre carencia de fósforo grave, con pérdidas económicas importantes, en bovinos de diversas regiones del País. Se demostró que es necesaria la suplementación mineral correcta de acuerdo con la región, la época del año y la categoría animal, que en la mayoría de los establecimientos no está siendo realizada (Schild et al. 2021). Estos resultados están presentados en otra charla de estas Jornadas de Buiatría.

Hipomagnesemia en bovinos de leche y de carne

Un brote de hipomagnesemia fue diagnosticado en vacas Holando con una dieta basada en pasturas de avena en los meses de mayo a julio. De un rodeo de 270 va-

cas en ordeño, nueve (3,3%) murieron. Las vacas tenían entre dos y nueve años y estaban entre la primera y la sexta lactancia con una producción diaria de 15,8 a 31,4 litros de leche. Fueron observados signos clínicos agudos caracterizados por sialorrea, espasmos musculares, decúbito lateral, debilidad, opistótonos y coma, seguidos de muerte (Doncel et al. 2019).

Otro brote fue observado a finales de otoño, afectando vacas Aberdeen Angus y cruza de 6 a 11 años en buen estado corporal, lactantes, multíparas y pastoreando en campos nativos que habían sido mejorados con fertilización y siembra de raigrás y avena. Aproximadamente 40 de 225 vacas fueron afectadas y 24 murieron. Algunas murieron súbitamente y otras presentaron signos clínicos neuromusculares agudos (Doncel et al. 2021). En el departamento de Tacuarembó se registró un brote que afectó a 2 de 8 vacas Normando (usada como doble propósito) que pastaban en campos nativos. Fueron constatados niveles deficientes de Mg sérico en los animales afectados y valores bajos de Mg en el LCR en una vaca necropsiada.

Estos diagnósticos sugieren que la hipomagnesemia es una enfermedad de importancia creciente en bovinos de leche y carne, en pasturas de raigrás y/o avena, en invierno, y que debe ser prevenida por la correcta suplementación con Mg, durante el invierno en esas pasturas.

Carencia de vitamina E y selenio fue diagnosticada en un tambo ubicado en el departamento de Florida, en noviembre de 2015 y en dos establecimientos ganaderos ubicados en los departamentos de Tacuarembó y Rivera en mayo y noviembre de 2020, respectivamente. En el tambo, 1 de 29 (3,4%) terneros Holstein de 60 días alimentados con sustituto de leche, pasto, heno y ración comercial, murió repentinamente en un corral de crianza colectivo (Rodríguez et al. 2018). En ambos establecimientos ganaderos los animales afectados pastoreaban campo natural. En el establecimiento ganadero de Tacuarembó 30 terneros Brangus y Braford de 6-8 meses de edad de 170 evidenciaron pérdida de peso, marcada debilidad y diarrea y 3 murieron espontáneamente. En el establecimiento ganadero de Rivera 1 de 20 novillos Braford evidenció dificultad progresiva para caminar y mantenerse en pie, y dado el pobre pronóstico fue eutanasiado.

En la necropsia, el corazón presentaba dilatación ventricular bilateral y el miocardio tenía extensas áreas de palidez (terneros de leche y carne). El hígado presentaba aspecto de nuez moscada (ternero de leche) y había edema pulmonar (terneros de leche y carne). Bilateral-

mente múltiples músculos de los miembros posteriores evidenciaban haces musculares blancos con mineralización (novillo y ternero de carne). Unilateralmente el novillo también tenía ruptura del músculo gastrocnemio. Histológicamente, el corazón y los músculos esqueléticos tenían necrosis muscular segmentar característica de la carencia de vitamina E y selenio (Rodríguez et al. 2018). Adicionalmente, en los animales necropsiados, de todos los brotes, se encontraron concentraciones bajas de selenio en las muestras de hígado formolado (CAHFS UC Davis, USA) Esta enfermedad ha sido raramente diagnosticada en Uruguay, pero se desconoce su importancia económica

Un brote de **carencia de cobre** fue diagnosticado en mayo de 2020 en un establecimiento ganadero de Tacuarembó donde 60 de 208 terneros Hereford y sus cruces de 10-14 meses de edad evidenciaron diarrea, debilidad, pérdida de peso y acromotriquia; 8 murieron en 10-15 días de evolución y 2 murieron súbitamente durante los encierros. La alimentación era a base de pasturas nativas con bajas concentraciones de Cu. Los animales necropsiados tenían severo edema de abomaso (2/3), hemodiosis difusa (3/3) y marcada osteopenia (1/3). El diagnóstico fue confirmado por las bajas concentraciones de cobre en las muestras de hígado formolado (CAHFS UC Davis, USA) La deficiencia de Cu en las pasturas uruguayas es conocida desde 1941, estudios realizados en la década de 80 evidenciaron que el 9.6% de reses faenadas tenían niveles bajos de Cu en el hígado. Nuevos estudios son necesarios para determinar el impacto de esta enfermedad en los rodeos uruguayos.

Intoxicaciones por plantas y otros tóxicos

La intoxicación por *Senecio spp.* es posiblemente la más importante en la región norte del país. Los casos de intoxicación han aumentado en esa región debido a la reducción del número de ovinos, visto que esta especie representa una herramienta de control de la planta. Como la enfermedad es crónica y progresiva pueden aparecer casos después de noviembre, cuando no hay más *Senecio* en el campo o en ganado transportado de áreas donde hay *Senecio* para áreas donde no exista la planta. Los casos de intoxicación han aumentado en la región norte debido a la reducción del número de ovinos, visto que esta especie representa una herramienta de control de la planta. Como forma de profilaxis de la intoxicación se recomienda el pastoreo continuo de 0,5 a 1 ovino por hectárea (Oliveira et al. 2018). Cuando el pastoreo continuo con ovinos no es posible recomendamos la utiliza-

ción de pastoreo alternado o rotativo con hasta 5 ovinos por hectárea, principalmente durante el otoño cuando la mayoría de las especies de *Senecio* empieza a brotar. En un establecimiento de Tacuarembó se registró un brote de intoxicación con *S. selloi* y *S. heterotricius* donde murieron 3 vacas y 1 caballo. Se realizaron 110 biopsias de hígado en el resto de los bovinos, determinando que el 38,1% presentaba algún grado de lesión histológica causada por la ingestión de *Senecio spp.* Los animales fueron retirados de las pasturas y no se registraron más muertes. Estos resultados están presentados en un poster de esta jornada de Buiatría.

En un brote de intoxicación por Lantana camara (banderita española) murieron 74 de 170 vacas y vaquillonas que pastoreaban en campo natural donde había un monte de eucaliptos, que poseía abundantes arbustos de *L. camara*. En consecuencia, de un temporal, los animales se refugiaron en el monte de eucaliptos donde ingirieron la planta. Esta característica de la intoxicación es diferente de la relatada en la literatura que describe la enfermedad en animales transportados de áreas sin *Lantana spp* para áreas donde se encuentra la planta. La enfermedad se caracteriza por un curso clínico agudo con fotosensibilización severa y marcada ictericia. En la necropsia lo más característico es la marcada ictericia y el hígado aumentado de tamaño y amatillo y la vesícula biliar aumentada de tamaño y con edema de la pared (Oliveira et al. 2018).

Brotos de intoxicación por *Cestrum parqui* (duraznillo negro) son también diagnosticados en diversas regiones de Uruguay. En este caso además de la presencia de la planta debemos considerar, para el diagnóstico, el aspecto del hígado con áreas amarillas intercaladas con áreas rojas característico de una necrosis centrolobular (Oliveira et al. 2018). Un diagnóstico diferencial importante en estos casos es la intoxicación por *Perreyia sp.* (gusano negro) que también causa necrosis centrolobular con alta mortalidad entre los meses de mayo y setiembre. Los casos ocurren en campos naturales y numerosos grupos de estas lavas son encontradas en la pastura (Oliveira et al. 2018, da Silveira et al. 2022).

Un brote de aborto fue descrito en bovinos, asociado al consumo de hojas de *Hesperocyparis* (*Cupressus*) *macrocarpa* y *Cupressus arizonica*. Veinticinco de 125 novillas preñadas a término abortaron después de ser introducidas en el mes de julio, en un potrero de 50 hectáreas con numerosos árboles de *H. macrocarpa* y *C. arizonica*. No hubo hallazgos macroscópicos o histológicos significativos en los dos fetos analizados. Se detectaron ácidos de labdano abortivos en las hojas de *H. macrocar-*

pa (1.68%, D.W.) y *C. arizonica* (0.36%, D.W.) (Buroni et al. 2020).

Brotos de intoxicación por *Nierembergia rivularis* fueron diagnosticados en predios ubicados en una isla (brote A) y en el borde (brote B) del lago Rincón del Bonete. Fueron afectados ovinos de todas las edades, con excepción de los corderos lactantes. Los primeros signos clínicos fueron observados a principios de octubre y las muertes ocurrieron entre diciembre y febrero. En los dos brotes la morbilidad fue del 10% y la mortalidad fue de 7,2% y 3,1% en los brotes A y B, respectivamente. Los signos clínicos incluyeron, pérdida de peso, abdomen retraído, andar rígido y cifosis. Se realizó necropsia en una oveja de cada brote. Se observaron calcificación pulmonar y arterial, nefrocalcinosis, hiperplasia de células C de la tiroides y atrofia de células principales de la paratiroides. En un ovino A se observó carcinoma de células C de la tiroides. Por ser endémica la enfermedad es una limitante importante para la producción ovina en la región estudiada (Machado et al. 2020 a,b,c). Un brote de intoxicación por *N. rivularis* fue diagnosticado también en bovinos. Los animales afectados presentaron adelgazamiento progresivo y marcha rígida, además de permanecer largo tiempo en decúbito y presentar dificultades para levantarse. Había hipercalcemia e hiperfosfatemia. La morbilidad fue de 4%, 24.5% y 34.5% durante los veranos de 2019, 2020 y 2021, respectivamente. Las lesiones macroscópicas e histológicas fueron similares a las descritas en ovinos. En el frigorífico, los pesos y los índices de fertilidad fueron significativamente menores en los bovinos en pasturas invadidas por *N. rivularis* de los de bovinos en pasturas sin o con poca cantidad de esta planta (Schild et al. 2021). Nuevos aportes al complejo mecanismo patogénico de la calcinosis enzoótica fueron obtenidos en la investigación de las plantas calcinogénicas (Machado et al. 2022).

En un rebaño de ovinos con 350 ovejas y 7 carneros, un carnero que murió espontáneamente evidenció calcificación de la arteria mesentérica, calcinosis renal y mineralización en tendones. Estos animales fueron criados en campo natural donde no había *N. rivularis* o *Solanum glaucophyllum*, pero si había *Nierembergia calycina*. Estos resultados están presentados en un poster de esta jornada de Buiatría.

Un brote de síndrome febril hemorrágico agudo asociado con coagulopatía y pancitopenia severa ocurrió en ganado pastoreo en montes de eucaliptus con alta infestación por *Adiantopsis chlorophylla* (helecho). La administración de la planta a un ternero reprodujo los mismos

signos y lesiones observados en los casos espontáneos. Síndromes similares son causados por ptaquilosideo de helecho (*Pteridium* spp.). Se detectaron trazas de la molécula caudatósido similar al ptaquilosideo, junto con 0,03–0,24 mg/g de su producto de degradación, la pterosina A, en hojas de la planta. Es importante llamar la atención para la posible ocurrencia de esta intoxicación en áreas de forestación con eucaliptus (Oliveira et al. 2020).

En un estudio sobre intoxicación por *Baccharis coridifolia* (mio-mio) de 2456 productores rurales de 18 departamentos de Uruguay, vendiendo ganado a través de subastas por pantalla entre junio de 2019 y mayo de 2020, el 78% mencionó que los animales que vendían eran criados en pasturas que contenían *B. coridifolia*. Sin embargo, solamente el 35,8% de los ganaderos de los departamentos de Treinta y Tres, Rocha y Cerro Largo mencionaron que su ganado era criado en pasturas con *B. coridifolia*. Los rebaños de estos departamentos presentaron 16,7 veces (IC 95%: 13,1-21,3; p< 0.001) más riesgo de intoxicarse por mio-mio en el caso de ser transportados para una región donde existe la planta que los restantes 15 departamentos. En este trabajo se describe también la intoxicación de terneros y corderos nacidos en campos con mio-mio en el caso que inician la ingestión de pasturas en campos con infestaciones altas de esta planta (Schild et al. 2020). Trabajos anteriores demostraron que la intoxicación en animales criados en campos de mio-mio no ocurre porque los corderos y terneros al ingerir cantidades no tóxicas de mio-mio adquieren aversión alimentar condicionada a esta planta.

Dos brotes de intoxicación con *Nerium oleander* fueron diagnosticados en los departamentos de Tacuarembó y Salto en noviembre de 2021. En Salto 6 de 60 vacas y terneras Aberdeen Angus evidenciaron severa diarrea y síncope, 4 de las 6 murieron. En Tacuarembó 4 de 36 vaquillonas Aberdeen Angus de 15-18 meses evidenciaron caídas bruscas con severa disnea y diarrea, 3 de las 4 murieron. Necrosis cardiaca multifocal, edema pulmonar difuso y enteritis hemorrágica focalmente extensa fueron observados en todas las necropsias realizadas. Adicionalmente, en ambos brotes, hojas de *N. oleander* fueron encontradas en el contenido ruminal de los animales muertos. En el establecimiento de Salto los animales comieron hojas de *N. oleander* producto de la poda; en cambio en el establecimiento de Tacuarembó los animales comieron hojas caídas de *N. oleander* directamente del suelo (situación epidemiológica inusual). En ambos brotes los árboles de *N. oleander* así como las hojas en-

contradas en el contenido ruminal contenían oleandrina.

Se describió un brote de **intoxicación por arsénico** en bovinos de carne que ingirieron residuos de arseniato de plomo almacenados en un edificio abandonado de un antiguo huerto de naranjos, donde el producto había sido utilizado, aparentemente, como insecticida. De 70 bovinos expuestos, 14 tuvieron diarrea, paresia, ataxia, decúbito y/o convulsiones. Diez de los animales afectados murieron después de un curso clínico de 12 a 18 horas. Las lesiones incluyeron ruminitis ulcerativa, omasitis y abomasitis necrohemorrágica, necrosis de órganos linfoides y nefrosis. Los niveles hepáticos de arsénico fueron de 20 a 31 ppm. Estas lesiones son indistinguibles de las producidas por *Baccharis coridifolia* (Schild et al. 2019).

También fueron diagnosticados brotes de intoxicación por monensina (Lemos et al., 2018), diazinón (Oliveira et al., 2019) y ergotismo gangrenoso (Schild et al. 2019) en la región Norte.

Edema y enfisema intersticial em bovinos

Se diagnosticó un brote de edema y enfisema pulmonar en un lote de 40 novillos Hereford de los que murieron 20. Las muertes comenzaron 4 días después de un cambio de alimentación de una pastura de *Avena sativa* más vieja a una pastura de *A. sativa* plantada ese año que estaba brotando. Los animales afectados mostraron signos clínicos agudos de disnea, sialorrea, tos y algunos desarrollaron edema subcutáneo, muriendo dentro de las 72 horas. Otros novillos crónicamente afectados mostraron disnea, sibilancias, pérdida de peso e intolerancia al ejercicio. Las muertes comenzaron 4 días después del cambio de pastos. Diez días después de la primera muerte, los novillos se sacaron de los pastos, pero siguieron muriendo durante otros 40 días. En las necropsias de animales que murieron en la fase aguda, los pulmones estaban difusamente armados y brillantes y rojizos y crepitantes al corte, con los tabiques alveolares marcadamente distendidos por edema y enfisema. Había enfisema subpleural caracterizado por burbujas de aire distribuidas sobre la superficie pleural. Histológicamente había edema y enfisema alveolar intersticial difuso severo. El diagnóstico de edema intersticial y enfisema se basó en la aparición de la enfermedad tras la introducción del rebaño a una pradera en brotación, en las características macroscópicas e histológicas y en la ausencia de otros agentes tóxicos o infecciosos que producen lesiones similares (Costa et al. 2018). La enfermedad ocurre después de la ingestión de pastos con altas concentraciones del aminoácido L-triptófano, que, por fermentación ruminal anaerobia se me-

taboliza y se convierte en ácido indolacético, produciendo posteriormente el metabolito neumotóxico 3-metilindol (3MI). Otro brote de edema y enfisema intersticial ocurrió en vacas criadas en campo natural en el departamento de Tacuarembó. Se alerta de los riesgos de ocurrencia de esta enfermedad, cuando bovinos son introducidos en praderas o campos naturales en brotación (Serrano et al. 2018).

Micosis y Micotoxinas

Un caso de **conidiobolomicosis** causado por *Conidiobolus* sp ocurrió en marzo de 2015 en una oveja de 19 meses de edad en un establecimiento ubicado en el departamento de Colonia. Los principales signos clínicos fueron debilidad, secreción nasal, torneo y exoftalmos unilateral. Los principales hallazgos patológicos fueron rinosinusitis granulomatosa necrotizante, afectando la región posterior de la cavidad nasal, con desplazamiento del tabique nasal y osteítis necrotizante de los huesos faciales, con extensión al tejido subcutáneo facial y espacio retro-ocular derechos. El diagnóstico fue realizado por las lesiones histológicas características y la identificación del hongo por inmunohistoquímica. Esta enfermedad, que no había sido diagnosticada anteriormente en Uruguay debe ser considerada dentro de los diagnósticos diferenciales de rinitis en ovinos en este País (Schild et al. 2016)

Un caso de **aspergilosis pulmonar crónica cavitaria** causado por *Aspergillus fumigatus* ocurrió en marzo de 2017 en una vaca Holstein de 5 años perteneciente a un tambo ubicado en el departamento de Colonia. Los principales signos clínicos fueron taquipnea, disnea, fiebre y hemoptisis. En la necropsia los pulmones tenían abscesos multifocales, bronquiectasia y bilateralmente en los polos caudodorsales de los lóbulos diafragmáticos había dos cavidades de aproximadamente 10 cm de diámetro adheridas a la pleura parietal cuyo interior estaba tapizado por colonias/micelios fúngicos de colores blanco, verde o negro. El diagnóstico fue realizado por las lesiones histológicas características y la identificación del hongo por PCR. Esta enfermedad, que no había sido diagnosticada anteriormente en Uruguay debe ser considerada dentro de los diagnósticos diferenciales de disnea en bovinos en este País (Schild et al. 2017a)

Desde 2015 a 2022 se registraron 9 brotes de **ergotismo** asociado al consumo de festuca tóxica. Esta enfermedad ocurre cuando los animales ingieren grandes cantidades de ergocaloides producidas por los hongos *Claviceps purpurea*, *Claviceps Cyperi* y *Epichloë coenophiala* Syn= *Neotiphodium coenophialum*. Los hongos del

género *Claviceps* sp se los puede encontrar en cereales como centeno, cebada y trigo, así como también en algunas gramíneas forrajeras como raigrás, festuca, falaris y/o pasto ovillo; en cambio *E. coenopiala* es un hongo endófito simbiote que se encuentra en la festuca (*Festuca arundinacea* Syn= *Lolium arundinacea*). En los 9 brotes registrados se observaron estructuras fúngicas morfológicamente compatibles con *E. coenopiala* en las festucas. Siete de los 9 brotes registrados ocurrieron en bovinos, lo cuales manifestaron gangrena seca, severa pérdida de peso, abortos y/o stress térmico. Dos brotes ocurrieron en equinos que evidenciaron agalactia. Los bovinos afectados pastaron en festucales o praderas consorciadas con festuca de 3-29 años de implantación y con 17-87% de infestación del hongo endófito. Los equinos afectados pastaron en festucales de 20-22 años de implantación con 67-73% de infestación con hongos endófitos. Es interesante resaltar que algunos de brotes ocurrieron en festucales nuevos (ej de 3 años de implantación y 69% de infestación) (Schild, et al., 2017b), lo que evidencia que el banco de semillas usados estaba muy contaminado. Actualmente, el control de la contaminación de festuca por hongos endofíticos no es realizada por el INASE. Otros brotes (ej. vacas con pérdidas de 31kg p.v (rango:1-86kg p.v) ocurrieron en praderas o festucales con moderado a bajo (20%) grado de infestación, las cuales habían sido fertilizadas 3 meses antes con nitrógeno (Schild et al., 2018) lo que podría implicar una mayor producción de ergocalcoides. Es necesario poner a punto técnicas como HPLC que permitan identificar y cuantificar la presencia de distintos ergocalcoides en Uruguay, así como también poner a punto técnicas moleculares como PCR o rt-PCR para identificar y cuantificar con mayor precisión las especies de hongo endófitos presentes.

Un brote de **temblores del raigrás** ocurrió en noviembre de 2020 en 60 novillos Hereford y sus cruza, de los cuales 4 evidenciaron signos neurológicos (ataxia e hipermetría) luego de pastar durante 12 días un monocultivo de raygrass anual con 48% de infestación del hongo endófito morfológicamente compatible con *Neotyphodium lolii*. Un novillo afectado murió espontáneamente, no se observaron lesiones y en los 3 afectados los signos revirtieron al retirar los animales del potrero problema. Los valores de Mg en la pradera estaban dentro de los límites esperados. Estudios que permitan evaluar la importancia y frecuencia de esta enfermedad en bovinos criados en este tipo de sistemas productivos deben ser realizados

Otras enfermedades diagnosticadas

Brotos de **carcinomas de células escamosas** de

la piel de orejas, pálpabras y ojos fueron descritos en ovinos de dos majadas de las razas Frisona Milchschaaf, con prevalencias de 2,12% y 2,53%. Esta raza es nativa de Alemania, caracterizada por cara sin lana y piel no pigmentada. En ese país los niveles de radiación solar son más bajos que en Uruguay y su sistema productivo es más intensivo, con animales confinados durante largos periodos. El mayor tiempo de exposición y los niveles más altos de radiación solar pueden ser un factor que predispone al desarrollo de tumores de piel en esta raza en sistemas extensivos de producción en Uruguay (Costa et al. 2019).

Un brote de **estrés calórico** fue diagnosticado, en marzo de 2017, en un tambo de vacas Holando en el suroeste de Uruguay. Tras la ingesta de la ración matutina, 6 de 189 vacas lactantes manifestaron disnea, ortopnea y respiración con la boca abierta. Cinco vacas se recuperaron y dos murieron. No se encontraron lesiones en el tracto respiratorio. Los índices de temperatura y humedad ambiental máximos fueron 83,5; 83,5 y 83,0, los días 27 y 28 de febrero y 1 de marzo, indicando una ola de calor, con estrés calórico moderado. El episodio clínico estuvo precedido de una reducción de la producción láctea desde el 15 de febrero al 2 de marzo (Macias-Rioseco et al. 2018). Otros brotes similares fueron constatados en novillos en confinamiento o en pasturas de pastoreo rotativo. Para evitar pérdidas por esta enfermedad es necesario establecer medidas adecuadas de manejo y ambientales.

Un caso de muerte por **miocarditis causada por Sarcocystis cruzi** fue diagnosticado en una vaquillona del departamento de Colonia (Araoz et al. 2019).

Un brote de **Carbunclo hemático** afectando bovinos, ovinos y equinos de diferentes categorías fue diagnosticado en el departamento de Tacuarembó. La reemergencia de la enfermedad es frecuente en campos inundables de Brasil y Uruguay (Vildoza et al. 2022).

Consideraciones finales

Los resultados presentados en este trabajo complementan la publicación realizada anteriormente con los resultados de los primeros 5 años de trabajo de la Plataforma de Salud Animal (Riet-Correa y Miraballes, 2020). Durante el funcionamiento de la PSA, en el período 2015-2022, deben destacarse la ejecución de numerosos proyectos de investigación mencionados en este artículo, la publicación de más de 200 trabajos científicos en revistas internacionales y de numerosos trabajos de divulgación, la realización de cinco jornadas de Salud Animal, la presentación de más de 150 charlas a productores y la orien-

tación de 20 alumnos de maestría, 13 de doctorado y 3 de posdoctorado. Durante este período INIA aportó, inicialmente, US\$ 3 millones que fueron utilizados para financiar la construcción de los laboratorios de la Plataforma de Salud Animal, diversos proyectos de investigación y becas para alumnos de posgraduación. Posteriormente, en 2017, otros US\$ 300.000 fueron aprobados por INIA. Adicionalmente otros recursos, de más de US\$ 350.000 fueron aportados por la ANII.

La experiencia de estos años en INIA muestra que la inversión en I+D en salud animal genera resultados tangibles y resuelve problemas concretos y demandas de los productores. Como consecuencia, a nivel nacional se genera un incremento en la productividad del campo favoreciendo las distintas cadenas de la industria ganadera, así como contribuye a que Uruguay pueda mantener un elevado estatus sanitario que es necesario para el acceso a diversos mercados extranjeros. En los próximos años Uruguay enfrenta el desafío de sostener la inversión en I+D en salud animal realizada en este último periodo, para poder así disminuir las enormes pérdidas económicas por problemas de salud y a la vez mantener el acceso de su producción a los mejores mercados del mundo.

Agradecimientos. Agradecemos a los 52 investigadores de INIA y de otras instituciones y a los 36 alumnos de posgrado que participaron y/o condujeron los numerosos trabajos de investigación realizados en INIA en el periodo de 2015-2022, que son autores o coautores de más de 200 trabajos publicados. Agradecemos al exministro del MGAP, Ing. Agr. Tabaré Aguerre, a los ex presidentes de INIA Ing. Agr. Álvaro Roel y Dr. José Luis Repetto, y a la Junta Directiva de INIA que aprobaron la creación de la Plataforma de Salud Animal de INIA y nos dieron total apoyo durante el periodo 2014-2019 para alcanzar los objetivos propuestos.

Referencias

Aráoz, V. et al. 2019. Fatal *Sarcocystis cruzi*-induced eosinophilic myocarditis in a heifer in Uruguay. *J. Vet. Diag. Inves.* 31: 656-660.

Buroni, F. et al. 2020. Spontaneous abortion in cattle after consumption of *Hesperocyparis (Cupressus) macrocarpa* (Hartw.) Bartel and *Cupressus arizonica* (Greene) needles in Uruguay. *Toxicon* 181: 53-56

Cabrera, A. et al. 2019. Isolation and molecular characterization of four novel *Neospora caninum* strains. *Parasitol. Res.* 118: 3535-3542.

Caffarena, R. et al. 2021. Causes of neonatal calf diarrhea and mortality in pasture-based dairy herds in Uruguay: a farm-matched case-control study. *Braz. J. Micro-*

biol. 52: 977-988.

Caffarena, R. et al. 2018. Natural lymphatic (-atypical-) actinobacillosis in cattle caused by *Actino bacillus lignerisesi*. *J. Vet. Diag. Inves* 30: 218-225.

Caffarena, R. et al. 2020. Dairy calves in Uruguay Are reservoirs of zoonotic subtypes of *Cryptosporidium parvum* and pose a potential risk of surface water contamination. *Front. Vet. Scien.* 7: 526.

Casaux et al. 2019. Antibiotic resistance in *Salmonella enterica* isolated from dairy calves in Uruguay Braz. *J. Microbiol.* <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00151-w>

Castells, M. et al. 2018. Prevalence and viability of group A rotavirus in dairy farm water sources. *J. f Appl. Microbiol.* 124: 922-929.

Castells, M. et al. 2019. Bovine coronavirus in Uruguay: genetic diversity, risk factors and transboundary introductions from neighboring countries. *Arch. Virol.* 164: 2715-2724.

Castells, M. et al. 2020. Detection, risk factors and molecular diversity of norovirus GIII in cattle in Uruguay. *Infection genetics and Evolution* 86: 104613.

Castells, M. et al. 2020. Phylogenetic Analyses of Rotavirus A from Cattle in Uruguay Reveal the Circulation of Common and Uncommon Genotypes and Suggest Interspecies Transmission. *Pathogens* 9: 570.

Corbellini, L.G. . et al. 2020. Foot-and-mouth disease-free status without vaccination: Application of the PROMETHEE method to assist in the development of a foot-and-mouth national program in Uruguay. *Prev. Vet. Med.* 181: 105082.

Costa, R. et al. 2018. Acute and chronic bovine pulmonary edema and emphysema in Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 38: 1929-1934.

Costa, R. et al., 2019. Outbreak of contagious ecthyma caused by Orf virus (*Parapoxvirus ovis*) in a vaccinated sheep flock in Uruguay. *Braz. J. Microbiol.* 50(2):565-569.

Costa, R.A. et al 2019. Evaluation of losses in carcasses of cattle naturally infected with *Fasciola hepatica*: effects on weight by age range and on carcass quality parameters. *Internat. J. Parasitol.* 49: 867-872.

Costa, R.A. et al. 2018. Urocystitis and Ureteritis in Holstein Calves with Septicaemia Caused by *Salmonella enterica* Serotype Dublin. *J. Comp. Pathol.* 164: 32-36.

Delpiazzo, R. 2020. Accurate and fast identification of *Campylobacter fetus* in bulls by real-time PCR targeting a 16S rRNA gene sequence. *Vet. An. Scien.* 8: 100163, 2020.

Doncel B. et al. 2021. Hypomagnesemia in beef cattle. *Pesq. Vet. Bras.* 41:e06826.

- Doncel B., Capalesso A., Giannitti F., Cajarville C., Macías-Rioseco M., Silveira C., Costa R. A. & Riet-Correa F. 2019. Hypomagnesemia in dairy cattle in Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 39(8):564-572.
- Dorsch M.A. et al. 2022. Diagnostic Investigation of 100 Cases of Abortion in Sheep in Uruguay: 2015–2021. *Front. Vet. Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.904786>
- Escribano C. et al. 2019. Resistance to *Haemonchus contortus* in Corriedale sheep is associated to high parasite specific IgA titer and a systemic Th2 immune response *Scien. Rep.* 9:19579.
- García-Pintos, C. 2021. Effect of foot-and-mouth disease vaccine on pregnancy failure in beef cows. *Front. Vet. Sci.* 8: 761304.
- Giannitti et al. 2023. Pathologic and Immunohistochemical Evidence of Possible Francisellaceae among aborted ovine fetuses, Uruguay. *Emerg Infect Dis.* <https://doi.org/10.3201/eid2901.220698>
- Giannitti F. et al. 2018. Mycobacterium paratuberculosis sheep type strain in Uruguay: Evidence for a wider-geographic distribution in South America. *J. Infect. Develop. Count.* 12: 190-195.
- Giannitti F. et al. 2022. *Bovine Polyomavirus-1 (Epsilon polyomavirus bovis)*: An Emerging Fetal Pathogen of Cattle That Causes Renal Lesions Resembling Polyomavirus-Associated Nephropathy of Humans. *Viruses.* 14(9):2042.
- Lemos, E. et al. 2018. Miopatia tóxica por consumo de monensina em bezerros no Uruguai. *Pesq. Vet. Bras.* 38(Supl.): 321-322.
- Lucas, M. 2020. Diversity and seasonality of horse flies (Diptera: Tabanidae) in Uruguay. *Scient. Rep.* 10: 401, 2020.
- Machado M, et al. 2020a. Enzootic calcinosis in sheep in Uruguay: a brief review and report of two outbreaks. *Pesq. Vet. Bras.* 40:831-836.
- Machado M, et al. 2020b. Enzootic calcinosis in ruminants: a review. *Toxicon.* 187:1-9.
- Machado, M. 2020c. Thyroid parafollicular cell hyperplasia and carcinoma in a sheep with enzootic calcinosis due to *Nierembergia rivularis* poisoning. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 72: 1561-1565.
- Machado, M. et al. 2022. Poisoning by *Nierembergia veitchii*: Effects on vascular smooth muscle cells in the pathogenesis of enzootic calcinosis. *Vet. Pathol.* 59: 814-823.
- Macías-Rioseco, M. et al. 2018a. Caída en la producción láctea, signos respiratorios agudos y muertes asociadas a estrés calórico en bovinos lecheros de Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)* 54: 4-8.
- Macías-Rioseco, M. et al. 2018b. Fetal Pathology in an aborted holstein fetus infected with Bovine Parainfluenza Virus-3 Genotype Vet. Path. 55: 030098581879811.
- Macías-Rioseco, M. et al. 2019a. Abortion outbreak caused by *Campylobacter fetus* subspecies *venerealis* and *Neospora caninum* in a bovine dairy herd. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 10: 1054-1063.
- Macías-Rioseco, M. et al. 2019b. Bovine abortion caused by *Coxiella burnetti*. Report of a cluster of cases in Uruguay and review of the literature. *J. Vet. Diag. Inves.* 31:634-639.
- Macías-Rioseco, M. et al. 2020. Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 40: 325-332.
- Mannise, N. et al. 2021. Molecular detection of coccidian Apicomplexa parasites isolated from wild crab-eating and pampas foxes through novel TaqMan- probes: a contribution to their molecular epidemiology. *Molecular Biology Reports.* 48: 5013-5021.
- Maya L, et al. 2020. 2019. An extensive field study reveals the circulation of new genetic variants of subtype 1a of bovine viral diarrhoea virus in Uruguay. *Arch Virol.* 165:145-156.
- Maya L. et al. 2016. Molecular diversity of bovine viral diarrhoea virus in Uruguay. *Arch Virol* 1613:529–535.
- Miraballes C. et al. 2017. Efficiency of a walk-through fly trap for *Haematobia irritans* control in milking cows in Uruguay. *Vet. Parasitol.* 10: 126-131.
- Miraballes C. et al. 2018a. Eficacia de dos vacunas, congelada y refrigerada, contra la tristeza parasitaria bovina. *Veterinaria (Montevideo)* 54: 9-138.
- Miraballes C. et al. 2018b. Influence of selective treatment of bulls on the infestation of *Haematobia irritans* on untreated cows. *Vet. Parasit.* 260: 58-62.
- Miraballes C. et al. 2018c. A review of the history of research and control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay. *Exp. Appl. Acarol.* 75: 383-398.
- Miraballes C. et al. 2019. *Rhipicephalus microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay: current situation and control or elimination programs on farms. *Exp. Appl. Acarol.* 78: 579-593.
- Miraballes C. et al. 2021. Susceptibility of field populations of *Haematobia irritans* to fipronil in Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 41: e06821, 2021.
- Miraballes C. et al. 2022a. Design and analysis of a structured questionnaire to assess the probability of elimination of *Rhipicephalus microplus* from farms in a subtropical area. *Prevent. Vet. Med.* 200: 105576, 2022.

Miraballes C. et al. 2022b. Evaluation of the one-side tick counting technique and of the level of Infestation of Bovines with *Rhipicephalus Microplus*. Exp. Appl. Acarol. 86: 443-453.

Oliveira et al. 2020. Hemorrhagic diathesis in cattle due to consumption of *Adiantopsis chlorophylla* (Swartz) Fee (Pteridaceae). Toxicon-X. 5-100024

Oliveira, L. et al. 2018. No todo es tristeza. Revista INIA, N° 55, pp. 12-14.

Oliveira, L. et al. 2019. Intoxicação aguda por diazinon em bovinos no Uruguai. Pesq. Vet. Bras. 39(Supl.): 128-129.

Parodi, P. 2022. Description of bovine babesiosis and anaplasmosis outbreaks in northern Uruguay between 2016 and 2018. Vet. Parasitol: Reg. Stud. Rep. 29: 100700.

Parodi, P. et al. 2020. Validation of a multiplex PCR assay to detect *Babesia* spp. and *Anaplasma marginale* in cattle in Uruguay in the absence of a gold standard test. J. Vet. Diag. Inves. 33: 104063872097574.

Perry B., Rich K. M., Rojas H., Romero J., Adamson D., Rushton J. 2019. Assessment of the economic and social impacts of a change in the sanitary status with respect to foot-and-mouth disease (FMD) prevention and control in Uruguay, and of the associated risk implications. Final Report. MGAP, INAC, INIA, 81p.

Rabaza, A. et al. 2021a. Molecular prevalence of *Coxiella burnetii* in bulk-tank milk from bovine dairy herds: Systematic review and meta-analysis. One Health 12: 100208.

Rabaza, A. et al. 2021b. *Coxiella burnetii* abortion in a dairy farm selling artisanal cheese directly to consumers and review of Q fever as a bovine abortifacient in South America and a human milk-borne disease. Braz. J. Microbiol. 33: e20205621307.

Riet-Correa F. e Miraballes C. 2020. Cinco años de la Plata forma de Salud Animal. Revista INIA, N° 51, pp 32-36.

Riet-Correa F. et al. 2019. Leucosis enzoótica bovina en Uruguay: hacia dónde vamos. XLVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. pp 57-59.

Rodriguez, A. M. et al. 2018. White muscle disease in three selenium deficient beef and dairy calves in Argentina and Uruguay. Ciência Rural 48: e20170733.

Saporiti, T. et al. 2021. Análisis del perfil de susceptibilidad de la garrapata *Rhipicephalus microplus* para cinco grupos químicos y factores asociados en poblaciones decampo del norte de Uruguay. Veterinaria. 57: 20215721505.

Saravia, A. et al. 2021. *Eimeria* spp. in dairy calves in Uruguay. Identification, dynamics of oocyst excretion and association with the age of calves. Vet. Parasitol: Reg. Stud. Rep. 25: 100588.

Schild, C. et al. 2017a. Chronic cavitary pulmonary aspergillosis in a Holstein cow in Uruguay. X Veterinary Technical Conference. UDELAR, School of Veterinary Medicine, Montevideo, Uruguay, November 15-16. Abstrac

Schild, C. et al. 2017b. Gangrenous ergotism in cattle grazing fescue (*Lolium arundinaceum*) in Uruguay. XLV Annual Buiatrics Conference, Paysandú, Uruguay. June 8-9. Abstrac.

Schild, C. et al. 2017c. Weight loss of cattle due to intake of Fescue toxic. Regional Conference of Veterinary Toxicology. UDELAR, School of Veterinary Medicine, Montevideo, Uruguay, December 7-8, Abstrac.

Schild, C. et al. 2018. Gangrenous ergotism associated with *Festuca arundinacea* intake in cattle in Uruguay: clinical and pathological findings. In X National Meeting of Veterinary Diagnosis. Recife, Pernambuco, Brasil, October 1-4, Abstract.

Schild, C. et al. 2019. Acute lead arsenate poisoning in beef cattle in Uruguay. J. Vet. Diag. Invest, 31: 104063871983141.

Schild, C. et al. 2020. A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. J. Dairy Scien. 103: 9418-9429

Schild, C. et al. 2021a. *Nierembergia rivularis* poisoning in cattle. Toxicon, 204: 21-30.

Schild, C. et al. 2021b. Osteomalacia as a result of phosphorus deficiency in beef cattle grazing subtropical native pastures in Uruguay. J. Vet. Diag. Invest, v. 33, p. 104063872110258, 2021.

Schild, C., et al. 2018. Ergotismo gangrenoso asociado ao consumo de *Festuca arundinaceae* em bovinos no Uruguai: apresentação clínica e patológica. Pesq. Vet. Bras. 38(Supl.): 322-324.

Serrano, C. et al. 2018. Edema e enfisema pulmonar agudo em bovinos em campo nativo no Norte do Uruguai. Pesq. Vet. Bras. 38(Supl.):314-316.

Silveira C. et al. 2018. Diagnosis of Bovine Genital Campylobacteriosis in South America. Front. Vet. Scien. 5: 10.3389/fvets.

Silveira C. et al. 2019. Diseases associated with bovine viral diarrhoea virus subtypes 1a and 2b in beef and dairy cattle in Uruguay. Braz. J. Microbiol. 51(1):357-368.

Silveira C. et al. 2020. Detection of *Tritrichomonas foetus* by PCR in preputial smegma of bulls in Uruguay. Ve-

terinaria (Montevideo) 56: e20205621307, 2020.

Silveira C. et al. 2022. Brote de intoxicación espontánea por larvas de *Perreyia flavipes* en un rodeo de bovinos Hereford de flores, Uruguay. XLXI Jornadas Uruguayas de Buiatría. 143-145.

Vildoza, A. et al. 2022. Carbúnculo hemático em herbívoros no norte do Uruguai. Pesq. Vet. Bras. 42(Supl.):38-39.

Zarantonelli, L. et al. 2018. Isolation of pathogenic *Leptospira* strains from naturally infected cattle in Uruguay reveals high serovar diversity, and uncovers a relevant risk for human leptospirosis. PLoS Neglected Trop. Dis. 12: e0006694.