

# XLIX JORNADAS URUGUAYAS BUIATRÍA

9, 10 Y 11 DE JUNIO / 2022

P A Y S A N D Ú



Diseño: A. Luaces (097275358) - Impresión: Imprenta El Faro (472 36638)



(ISSN 1688-6674)

**ORGANIZA:**

**Centro Médico Veterinario de Paysandú**

Filial de la Sociedad de Medicina

Veterinaria del Uruguay

**Sociedad Uruguaya de Buiatría**



# ¡ESTÁ CONFIRMADO!

Cada 100 vacas

**14** **TERNEROS**  
**MÁS**

+ **Terneros**  
+ **Rentabilidad**







LÍNEA DE ANTIMASTÍTICOS

# Mamisec CTS

SUSPENSIÓN INTRAMAMARIA

[uy.virbac.com](http://uy.virbac.com)



SUSPENSIÓN  
ANTIBIÓTICA PARA  
USO INTRAMAMARIO  
INDICADA PARA EL  
CONTROL DE MASTITIS  
EN VACAS DURANTE EL  
PERÍODO DE SECADO.



Consulte a su veterinario de confianza.



# LÍNEA DE ANTIBIÓTICOS

## SALUD Y SEGURIDAD



CITIUS

CURACEF DUO

MAXFLOR LA

SHOTAPEN LA





# ¡ASEGURE LA MEJOR SANIDAD!

PARA SUS CABALLOS, ELIJA  
NUESTRA LÍNEA PARA EQUINOS.



TETANIC

ADENOSAN

TOTALJECT 600, 900, MC

EQUIMAX



# ORGANIZAN

## CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ

Filial de la Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay

## SOCIEDAD URUGUAYA DE BUIATRÍA

# AUSPICIAN



Ministerio  
de Ganadería,  
Agricultura y Pesca



Facultad de Veterinaria  
Universidad de la República  
Uruguay



**Paysandú**  
INTENDENCIA DEPARTAMENTAL



Junta Departamental  
de Paysandú

### COMITÉ ORGANIZADOR

<b>Presidente:</b>	Dra. Gloria Arnaud
<b>Vice – Presidente:</b>	Dra. Carmela Dos Santos
<b>2da Vicepresidente:</b>	Dr. Pablo Parodi
<b>Secretaria:</b>	Dra. Lourdes Adrien
<b>Tesorero:</b>	Dr. Alberto Casal
<b>Pro-tesorero:</b>	Dra. Carolina Griffin
<b>Vocales:</b>	Dr. Rafael Delpiazzo Dr. Leonardo Franco Dra. Carolina Matto Dra. Gabriela Delgado Dra. Cynthia Artía Dr. Serafín Ceriani Dra. Daniela Vener Dr. Mauro Minteguiaga Dr. Edgardo Giannechini

### COMISIÓN DIRECTIVA CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ

<b>Presidente:</b>	Dr. Rodolfo Rivero
<b>Titulares:</b>	Dra. Lourdes Adrien Dra. Gabriela Delgado Dr. Francisco Vercellino Dr. Alberto Casal
<b>Suplentes:</b>	Dr. Juan Franco Dr. Lauro Artía Dr. Pablo Parodi Dr. Serafín Ceriani Dra. Daniela Vener

**Secretaría de Prensa:** Sr. Pablo Blanc





**PUBLICACIÓN REALIZADA POR EL CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ:  
ISSN 1688-6674**

**Diseño Gráfico:** Alejandro Luaces - +598 97 27 53 58  
**Impresión:** Imprenta El Faro - +598 98 28 31 22 - Paysandú - Uruguay  
**Depósito Legal N° (364356)**

Declarado de Interés Ministerial por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca y Ministerio de Turismo  
Declarado de Interés Departamental por la Junta Departamental de Paysandú

### **COMITÉ DE ARBITRAJE:**

Dr. Alberto Casal  
Dra. Alejandra Suanes  
Dr. Edgardo Gianechini  
Dr. Eduardo Blanc  
Dr. German Antunez  
Dra. Graciana Rodriguez  
Dr. Jorge Gil  
Dr. Julio Olivera  
Dr. Liber Acosta

Dra. Lourdes Adrien  
Dra. Lucia Grille  
Dr. Mauro Minteguiaga  
Ing. Agr. Oscar Irabuena  
Dr. Rafael Delpiazzo  
Dr. Rodolfo Rivero  
Dr. Rodrigo Puentes  
Dr. Serafin Ceriani

### **ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE BUIATRÍA**

**Presidente:** Dr. Francisco Lanuza  
Osorno-Chile  
E-mail: franciscolanuza@gmail.com

### **SOCIEDAD DE MEDICINA VETERINARIA DEL URUGUAY**

**Presidente:** Dr. Rodolfo Azaretto  
Cerro Largo 1895- C.P.11.200  
Montevideo – Uruguay  
E-mail: smvu@smvu.com.uy

### **SOCIEDAD URUGUAYA DE BUIATRÍA**

**Presidente:** Dr. Rodolfo Rivero  
Uruguay 1189- C.P. 60.000  
Paysandú – Uruguay  
E-mail: rrivero@mgap.gub.uy





## CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ

Presidente: Dr. Rodolfo Rivero  
Uruguay 1189- C.P. 60.000  
Paysandú – Uruguay  
E-mail: cmvpdu@adinet.com.uy

### SECRETARÍA

Sra. Virginia Bazet

### GESTIÓN COMERCIAL

Dra. Daniela Vener

### EDITORES RESPONSABLES

Dr. Mauro Minteguiaga  
Dr. Rafael Delpiazzo

### TRADUCCIÓN

Dr. Jorge Moraes  
Dr. Victoria Camacho

## EL CENTRO MÉDICO VETERINARIO AGRADECE A SUS COLABORADORES: ORGANISMOS OFICIALES Y PARAESTATALES



Ministerio  
de Ganadería,  
Agricultura y Pesca



Ministerio  
de Turismo



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY



Facultad de Veterinaria  
Universidad de la República  
Uruguay



SOCIEDAD DE MEDICINA VETERINARIA DEL URUGUAY



Paysandú  
INTENDENCIA DEPARTAMENTAL



BANCO  
REPÚBLICA



CÁMARA DE ESPECIALIDADES VETERINARIAS



EEMAC

Estación Experimental  
"Dr. Mario A. Cassinoni"

## PATROCINADORES



BIOGÉNESIS-BAGÓ



Boehringer  
Ingelheim



COLAVECO



**COPAGRAN**

COOPERATIVA AGRARIA NACIONAL



Servicio Integrado de  
Reproducción Animal



Genexa



zoetis



# DISERTANTES

## ARGENTINA

**Atilio Mangold.** MV PhD. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E-mail: mangold.atilio@inta.gob.ar

**Fernando Bargo.** PhD. Universidad de Buenos Aires, E-mail: fernando.bargo@gmail.com

**Oscar Perusia.** MV Profesión liberal, E-mail: operusia@yahoo.com.ar

**Oscar Garnero.** MV Profesión liberal, E-mail: ogarnero@fcv.unl.edu.ar

**Juan José Ferzola.** MV Profesión liberal, E-mail: juanjferzola@gmail.com

## BRASIL

**José Reck.** MV. PhD. Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, E-mail: jose.reck@gmail.com

## CHILE

**Gerhardt Shurig.** MV PhD. Virginia Tech. Estados Unidos, E-mail: gshurig@vt.edu

## ESTADOS UNIDOS

**Valerie Ragan.** MV PhD. Virginia-Maryland College of Veterinary Medicine, E-mail: vragan@vt.edu

## URUGUAY

**Ulises Cuore.** MV. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, E-mail: ucuore@mgap.gub.uy

**Alejandro La Manna.** Ing. Agr. PhD. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, E-mail: alamanna@inia.org.uy

**Pablo Chilbroste.** Ing. Agr. PhD. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, E-mail: pchili@fagro.edu.uy

**Carolina Viñoles.** MV PhD. Polo Agroforestal. Universidad de la República, E-mail: carolnavinolesgil@gmail.com

**Álvaro Simeone.** Ing. Agr. PhD Facultad de Agronomía, Universidad de la República, E-mail: simeone@fagro.edu.uy

**Sergio Fierro.** MV PhD. Secretariado Uruguayo de la Lana, E-mail: sfierro@sul.org.uy

**Sofía Salada.** MV. Secretariado Uruguayo de la Lana, E-mail: ssalada@sul.org.uy

**Nicolás Lussich.** Ing. Agr. Profesión Liberal, E-mail: nicolas.lussich@gmail.com

**Nadia Crosigniani.** MV. PhD. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República, E-mail: nadiacrosi@gmail.com

**Alejo Menchaca.** MV. PhD. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, E-mail: menchaca.alejo@gmail.com

**Ana Espasandin.** Ing. Agr. PhD. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, E-mail: acespasa@fagro.edu.uy

## DISERTANTES

### 14 INVESTIGANDO UN FOCO DE BRUCELOSIS

*Valerie E. Ragan DMV*

### 20 EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL DE LA ANAPLASMOSIS Y DE LA BABESIOSIS DE LOS BOVINOS.

*Dr. Atilio J. Mangold*

### 23 Realidad y desafíos en el control de la garrapata común del bovino en el sur de Brasil: situación actual

*José Reck, Antonela Barbieri, Guilherme Klafke,*

### 26 CONTROL INTEGRADO EN LA GARRAPATA RHIPICEPHALUS MICROPLUS

### 26 PERSPECTIVAS EN EL USO DE VACUNAS RECOMBINANTES CONTRA LA GARRAPATA

### 26 RESULTADOS PRELIMINARES OBTENIDOS CON UNA VACUNA DE DESARROLLO NACIONAL

*Dr. Ulises Cuore*

### 38 Estrés Calórico en Ganado lechero. ¿Qué pasa en Uruguay?

*Ing. Agr. PhD. Alejandro La Manna<sup>1\*</sup> Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste<sup>2</sup>*

### 45 Estrés calórico en vacas lecheras: principios básicos y aplicación práctica

*Alejandro Palladino<sup>1,2,3</sup> y Fernando Bargo<sup>1,3,4</sup>*

### 51 Sistemas Silvopastoriles en Uruguay

*Carolina Viñoles Gil<sup>1</sup>, Jean K. Fedrigo<sup>1</sup>, Valentina Benítez<sup>1</sup>, Rodrigo Santa Cruz<sup>1</sup>, Francisco Báez<sup>2</sup>*

### 60 Tecnologías de producción para la recría y el engorde de ganado de carne durante el verano: ¿cuáles son las certezas?

*Alvaro Simeone y Virginia Beretta*

### 69 Manejo reproductivo de la majada: oportunidades para la profesión Veterinaria

*Sergio Fierro DCV; MRA; DCA*

### 82 “La importancia de seguir haciendo diagnostico en los sistemas productivos”

*Sofía Salada, DCV*

### 89 Analgesia y anestesia en Bovinos

*Crosignani, Nadia<sup>1\*</sup>; Recchi, Lucciana<sup>2</sup>*

### 97 LAPARATOMÍA EXPLORATORIA CUANDO REALIZARLA Y QUE BUSCAR

*\*Oscar R. Perusia M.V.*

### 104 Cesárea: Claves para el éxito

*Oscar Garnero – Oscar Perusia*

### 109 Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne

*F. Cuadro<sup>1,2</sup>, C. García Pintos<sup>1,2</sup>, R. Núñez–Olivera<sup>1</sup>, C. Brochado<sup>1</sup>, F. Fabini<sup>3</sup>, C. Abelenda<sup>3</sup>, J. Buelo<sup>3</sup>, V. Pais<sup>1</sup>, C. Caffera<sup>2</sup>, A. Menchaca<sup>1,2\*</sup>*

### 122 USO E INTERPRETACIÓN DE CATÁLOGOS DE REPRODUCTORES

*Ana Carolina Espasandín, Andrea Larracharte Cardoso, Rodrigo López-Correa*



POSTERS

**136 PRODUCCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE VACAS HOLANDO BAJO ESTRÉS CALÓRICO EN UN SISTEMA DE ORDEÑE VOLUNTARIO**

Jéssica T Morales Piñeyrúa<sup>1\*</sup>, Juan Pablo Damián<sup>2</sup>, Georgget Banchemo<sup>3</sup> y Aline Sant'Anna<sup>4</sup>

**139 IMPACTO DE LA ADICIÓN TEMPRANA DE FIBRA DE ALTA CALIDAD EN EL DESARROLLO DE LA MICROBIOTA RUMINAL DE TERNEROS HOLSTEIN**

Sofía Fernández-Ciganda<sup>1\*</sup>, Cecilia Cajarville<sup>1</sup>, Nicolás Amaro<sup>2</sup>, Valeria Campbell<sup>2</sup>, Germán Antúnez-Tort<sup>1</sup>, Martín Fraga<sup>1</sup>

**143 BROTE DE INTOXICACIÓN ESPONTÁNEA POR LARVAS DE *Perreyia flavipes* EN UN RODEO DE BOVINOS HEREFORD DE FLORES, URUGUAY**

Caroline da Silva Silveira<sup>1</sup>, Virginia Araóz<sup>1</sup>, Darío Caffarena<sup>1</sup>, Franklin Riet-Correa<sup>1</sup>, Cecilia Miraballes<sup>1</sup>, Federico Giannitti<sup>1</sup>

**147 ¿EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN (MIXTO VS. ESTABULADO) Y EL CONTROL DEL AMBIENTE DURANTE EL ENCIERRO EN VACAS LECHERAS EN SISTEMAS MIXTOS AFECTAN EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LOS QUESOS ELABORADOS?**

Lucía Grille<sup>1\*</sup>, Daniela Escobar<sup>2</sup>, Laura Olazabal<sup>3</sup>, Ronny Pelaggio<sup>2</sup>, María Noel Méndez<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, María de Lourdes Adrien<sup>1</sup>, Pablo Chilibroste<sup>1</sup>, Juan Pablo Damián<sup>4</sup>

**151 PRIMER CASO REPORTADO DE ABORTO OVINO POR NEOSPORA CANINUM EN URUGUAY**

Florencia Pieruccioni<sup>1\*</sup>, Joaquín Armua<sup>1</sup>, Marcelo Cortes<sup>2</sup> y Cristina Easton<sup>1</sup>

**154 DESCRIPCIÓN DE UN FOCO DE MANCHA (MIOSITIS CLOSTRIDIAL) EN BOVINOS EN EL LITORAL NOROESTE DEL URUGUAY**

Pamela Freire<sup>1\*</sup>, Martín Belveder<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Yésica López<sup>1</sup>, Marcos Schanzembach<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>

**157 EL NIVEL DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL MOMENTO DEL DÍA INFLUYEN EN LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE METABOLITOS Y PROGESTERONA EN VACAS HOLSTEIN**

Cecilia Prieto<sup>1</sup>, Alicia Félix<sup>1</sup>, Juan Pablo Damián<sup>2</sup>, Ana Meikle<sup>3</sup>, Javier Paniza<sup>1</sup>, Guillermo Canova<sup>1</sup>, Juan Manuel Ramos<sup>1</sup>, Victoria de Brun<sup>3</sup>

**160 DETERMINACIÓN DE AGENTES PATÓGENOS ASOCIADOS A INFERTILIDAD Y ABORTO EN VAQUILLONAS HOLANDO**

Ignacio Lluberías<sup>1</sup>, Valentina Skuras<sup>1</sup>, Laureana De Brun<sup>1\*</sup>, Paulina Meny<sup>1</sup>, Felipe Schelotto<sup>2</sup>, Rodrigo Puentes<sup>1</sup>.

**164 DIAGNÓSTICO PRECOZ DE NEUMONÍA EN TERNERAS Y EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA AL TRATAMIENTO MEDIANTE SEGUIMIENTO CLÍNICO Y ULTRASONOGRÁFICO**

Beatriz Almeida<sup>1\*</sup>, María Jesús Crucci<sup>1\*</sup>, Omar Bellenda<sup>2</sup>, Luis Albornoz<sup>3</sup> y Stephanie Lara<sup>3</sup>

**169 PRÁCTICAS Y COSTOS DE PLANES DE SALUD DE UBRE EN RODEOS LECHEROS DE URUGUAY**

Lucas González<sup>1</sup>; Sofía Gianni<sup>1</sup>; Andrés Azambuya<sup>1</sup>; Gustavo Benítez<sup>2</sup>

**173 MASTITIS CLÍNICA POR *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*: RESISTENCIA BACTERIANA**

Marcos Schanzembach<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Martín Belveder<sup>1</sup>, Pamela Freire<sup>1</sup>, Yésica López<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup>

---

## **176 CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE AISLAMIENTOS DE STAPHYLOCOCCUS COAGULASA POSITIVOS EN QUESERÍAS ARTESANALES DE LA CUENCA LITORAL NORTE**

Marcos Schanzembach<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>,  
Rosina Villamayor<sup>2</sup>, Carmen Martínez<sup>2</sup>, Álvaro González<sup>2</sup>, Lucía Grille<sup>2</sup>

---

## **180 ESTUDIO DE LA RESPUESTA INMUNE HUMORAL INDUCIDA POR LA VACUNACIÓN ANTI-LEPTOSPIRA SPP. EN BOVINOS NATURALMENTE EXPUESTOS A LA INFECCIÓN**

Federico García<sup>1</sup>, Camila Ciuffo<sup>1</sup>, Victoria Urioste<sup>2</sup>,  
Bernardo Lockhart<sup>2</sup>, Camila Hamond<sup>1,2</sup>,  
Gustavo Gastal<sup>2</sup>, Alejandro Buschiazco<sup>3</sup>, Leticia Zaranonelli<sup>1</sup>

---

## **183 FOCO DE INTOXICACIÓN POR SESSEA VESTIOIDES EN BOVINOS**

Yésica López<sup>\*1</sup>, Pamela Freire<sup>1</sup>, Martin Belveder<sup>1</sup>,  
Marcos Schanzembach<sup>1</sup>,  
Victor Rodríguez<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup> y Carolina Matto<sup>1</sup>.

---

## **186 OPTIMIZACIÓN DE UN MODELO IN VITRO DE EVALUACIÓN DE CITOTOXICIDAD CON ESPERMATOZOIDES DE RUMIANTES**

M. Florencia Puigvert<sup>1</sup>; Macarena Eugui<sup>1</sup>; Mauricio Cabrera<sup>1</sup>; Jorge Gil<sup>1</sup>

---

## **189 Campilobacteriose Genital Bovina no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

Franciele Maboni Siqueira<sup>1</sup>, Silvia De Carli<sup>1</sup>, Gabriela Breyer<sup>1</sup>, Larissa Zitelli<sup>1</sup>,  
Maria Eduarda Dias<sup>1</sup>, Maria Eduarda Rocha Jacques da Silva<sup>1</sup>, Camila Moni<sup>1</sup>,  
Cassiane Elisabete Lopes<sup>1</sup>, Milton Cattáneo<sup>2</sup>, Márcio Borsato<sup>2</sup>, Rogers Gomes<sup>2</sup>,  
Rosane Collares Moraes<sup>3</sup>, Francisco Paulo Nunes Lopes<sup>3</sup>, Eduardo de Freitas Costa<sup>4</sup>,  
Ruben Sosa<sup>2</sup>

---

## **192 ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA VARIANTE AUTÓCTONA DE LEPTOSPIRA PARA SU POTENCIAL USO COMO ANTÍGENO EN VACUNAS DE USO VETERINARIO**

Camila Ciuffo,<sup>1</sup> Ana Paula Arévalo<sup>2</sup>, Federico García<sup>1</sup>,  
Yisell Perdomo<sup>3</sup>, Martina Crispo<sup>2</sup>,  
Federico Giannitti<sup>3</sup>, Alejandro Buschiazco<sup>4</sup>, Leticia Zaranonelli<sup>1,4</sup>

---

## **195 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos y bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.**

Pastorini, M.<sup>1\*</sup>; Pomiés, N.<sup>2,3</sup>. Blanco, F; Ribero, A;  
Semper, F; Cajarville, C.<sup>4</sup>;  
Repetto, J.L.<sup>3</sup>; Mendoza, A.<sup>5</sup>

---

## **199 PRODUCCIÓN DE GRUPOS GENÉTICOS EN TAMBOS EN EL LITORAL NORTE**

Esteban KRALL<sup>1</sup>, Paula ORTIZ<sup>2</sup>, Marcelo GURIN<sup>1</sup>,  
Sandra ZIBIL<sup>4</sup>, Jorge GIL<sup>2</sup>,  
Pedro ARBELETCHÉ<sup>3</sup>

---

## **203 CARACTERIZACIÓN DE DENUNCIAS Y ESTIMACION DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR PREDACIÓN DE PERROS A OVINOS EN 2018 Y 2019.**

Emiliano Barcos<sup>1\*</sup>, Javier Román<sup>2</sup>, Gustavo Benítez<sup>2</sup>

---

## **207 Estudio sobre resistencia a garrapaticidas en bovinos del Paraguay**

Dr. Milton Cattáneo<sup>1</sup>; Dr. Rafael Silva<sup>1</sup>

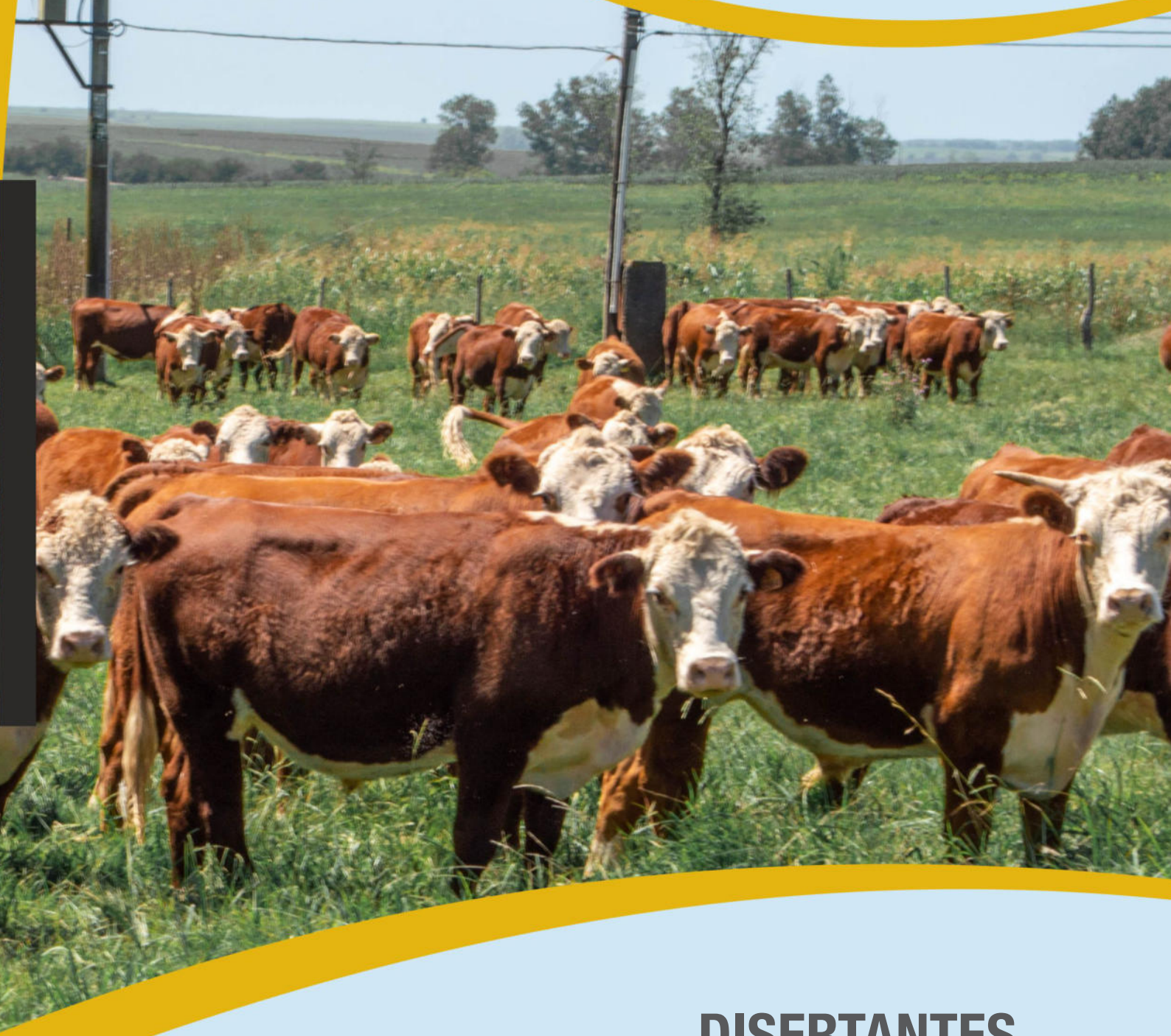




# XLIX JORNADAS URUGUAYAS BUIATRÍA

9, 10 Y 11 DE JUNIO / 2022

P A Y S A N D Ú



**DISERTANTES**

# INVESTIGANDO UN FOCO DE BRUCELOSIS

Valerie E. Ragan DMV

Center for Public and Corporate Veterinary Medicine Virginia-Maryland College of Veterinary Medicine Blacksburg, VA USA  
vragan@vt.edu

## Resumen

Cuando la brucelosis es descubierta en un rodeo, muy a menudo se focaliza solo en registrar la enfermedad en el rodeo de interés. Sin embargo, el conducir una concienzuda investigación epidemiológica es un componente crítico para que sean exitosos los esfuerzos de la erradicación de la brucelosis. Esta investigación debería añadirse a las acciones tomadas para la contención y eliminación de la enfermedad de ese rodeo. El foco de la investigación debería ser determinar el origen de la infección, que factores de manejo permitieron que se diseminara en el rodeo, y donde la brucelosis puede haberse extendido a partir del rodeo de origen. Fallar en una conducción apropiada de tal investigación resultará en una continua diseminación de la brucelosis, tanto dentro del rodeo de interés como externamente, hacia otros rodeos o comunidades. En esta discusión exploraremos como llevar a cabo tal investigación, y las razones para ejecutar cada aspecto de ella.

## Palabras clave

Brucelosis, epidemiología, investigación.

## Summary

When brucellosis is discovered in a herd, too often the focus is only on addressing the disease in the herd of interest. However, conducting a thorough epidemiological investigation is a critical component of successful brucellosis eradication efforts. This investigation should be taken in addition to taking actions to contain and eliminate the disease from the herd itself. The focus of the investigation should be to determine the origin of the infection, what management factors allowed it to spread in the herd, and where brucellosis may have spread to from the index herd. Failing to adequately conduct

such an investigation will result in the continued spread of brucellosis, both within the herd of interest as well as externally to other herds or communities. In this discussion, we will explore how to conduct such an investigation, and the reasoning for doing each aspect of it.

## Keywords

Brucellosis, epidemiology, investigation

## Introducción

Un minucioso trabajo epidemiológico sobre todos los rodeos recientemente diagnosticados como positivos es un paso crítico para la erradicación de la brucelosis. Es crítico no sólo para detener la trasmisión ulterior de la enfermedad a otros rodeos, pero también para asegurar que la enfermedad se ha eliminado del rodeo en el cual fue descubierta. Muchos focos de brucelosis se han debido a una trazabilidad epidemiológica incompleta de un rodeo previamente diagnosticado. El propósito de esta discusión es delinear los procesos de pensamiento detrás de una buena investigación epidemiológica, y los pasos que debería dar un investigador para asegurar de esta que se completó. Deben responderse tres preguntas: ¿De dónde proviene la enfermedad? ¿Cuáles factores de manejo permitieron que se diseminara en este rodeo? -y- ¿Hacia dónde irá a partir de aquí?

## ¿De dónde proviene?

La fuente de la infección es un factor extremadamente importante para determinarla, y uno pasado por alto generalmente, ya que mucha gente tiende a focalizarse solamente sobre la enfermedad en el rodeo donde se detectó inicialmente. El definir la fuente más probable de infección frecuentemente lleva a pasar por alto otros rodeo/s infectado/s, y también a se-



ñalar, en primer lugar, deficiencias de manejo de ese rodeo que permitieron que entrara la infección.

El movimiento de animales, tal como la venta de animales infectados o expuestos, es una muy importante fuente de transmisión de brucelosis. Muchos rodeos se han infectado debido a la adquisición de animales no testeados. En algunos casos, esto puede ser por el rechazar a testear en general, o porque los animales han sido vacunados y considerados “muy jóvenes como para ser testeados”. En otros casos, porque han resultados negativos al testeo, pero sin embargo están infectados. Esto puede ser por varias razones, generalmente relacionadas al período de incubación de la brucelosis que puede ser muy variable. Las vaquillonas son propensas a esto; si estuvieron expuestas muy tempranamente, frecuentemente resultarán negativas hasta el momento en que estén preñadas y cerca del aborto o del parto, al momento en el que seroconvertirán. En muchos casos, especialmente en los tambos, las vaquillonas son compradas e integradas al rodeo, o incorporadas a campos de cría donde cohabitan con vaquillonas de otros establecimientos infectados o de estatus sanitario desconocido. Estos son animales muy peligrosos porque no sólo son más susceptibles a la brucelosis, sino porque en muchos casos pueden resultar negativos hasta que estén cerca del parto o el aborto, en cuyo momento ya han expuesto al rodeo al que fueron incorporadas. Para evitar esta posibilidad, es esencial no sólo comprar animales de rodeos negativos conocidos, sino manejar las vaquillonas cuidadosamente, y asegurarse de que sean testeadas negativamente post parto para después ser incorporadas al rodeo.

Otra posibilidad menos común en la compra inadvertida de animales expuestos es que el rodeo haya sido testado y haber tenido animales positivos que fueron descartados, y que los vendidos fueron todos negativos. Esto es importante para saber por qué es importante conocer la historia del testeo del rodeo para la compra de vaquillonas.

Otro movimiento riesgoso dejado de lado en la compra de animales es el préstamo de animales para fines reproductivos. Si los animales son llevados a otro establecimiento para entorar o ser entoradas, y luego vueltos al de origen, es posible que puedan haber sido expuestos mientras estuvieron en el otro. Esto es especialmente importante para las vaquillonas. Los toros no se consideran un factor importante en la diseminación de la enfermedad, aunque puedan resultar positivos al testeo, pero pueden ser un indicador de que estuvieron en un predio infectado, ameritando una investigación al respecto.

Para evitar la entrada inadvertida de una brucelosis en un rodeo, SIEMPRE asegurarse de preguntar sobre compras recientes, y asegurarse chequear los posibles movimientos dentro de ese rodeo o con rodeos vecinos. Si los animales fueron comprados, asegurarse chequear los registros de testeos. Una minuciosa trazabilidad del rodeo de origen puede revelar otros rodeos infectados, o que necesitan ser testeados. Averiguar las vías por las cuales pueden los animales haber sido incorporados al rodeo, así como los animales introducidos puedan haber sido la potencial fuente de la infección del rodeo.

### **Contacto directo con rodeos infectados**

Una segunda forma, muy común, para la introducción de brucelosis en un rodeo es la diseminación comunitaria. La brucelosis debería ser considerada una enfermedad comunitaria, ya que comúnmente circula dentro de un área. No es común que la brucelosis se disemine en un radio de varios kilómetros, aunque a veces trasciende los predios linderos y se disemina más allá. Una vez que la brucelosis se detecta en un rodeo, es esencial investigar el estatus de los rodeos adyacentes y del área. Los rodeos inmediatamente adyacentes al foco deben ser programados para ser testeados, si es que no tuvieron un test reciente, y debe determinarse si los rodeos del área necesitan ser testeados. Para esta determinación se toma en cuenta los testeos recientes y la proximidad con el rodeo

problema. Es a menudo aconsejable investigar y testear todos los rodeos en un radio de varios kilómetros del foco inicial.

Además de testear los rodeos de la comunidad, es importante ver el estatus de cualquier rodeo asociado a estos, tales como pastoreos conjuntos, o pasturas compartidas, rodeos de los parientes, etc.; investigar si han estado en el rodeo vacas “perdidas” o “saltadoras de alambrados”. Si hay perros, coyotes o grandes aves de rapiña, que generalmente juegan un rol importante en la diseminación de la enfermedad en la comunidad, arrastrando placentas u otros productos de los partos de un predio al otro.

Durante la investigación, es importante tener en mente que el rodeo bajo investigación puede no haber sido el rodeo infectado inicialmente- puede haberlo sido secundariamente a partir de otros rodeos de la comunidad. El fracaso en la evaluación y control de la enfermedad en una comunidad a menudo resultada en una reinfección del rodeo de interés, y/o una continuación de la circulación de la enfermedad en el área.

### **Contacto indirecto con rodeos afectados**

Además del contacto directo con rodeos afectados tales como con los linderos y otras formas de diseminación comunitaria, es posible traer la infección a través de contacto indirecto. Esto puede pasar mediante el empleo de camiones contaminados, especialmente si una vaca ha parido o abortado en un camión o previo al embarque, contaminándolo con los fluidos placentarios. Si el camión no se limpia entre viajes, los animales cargados subsecuentemente, especialmente si están preñados lo que los hace altamente susceptibles, pueden entrar en contacto con tales fluidos e infectarse. Lo mismo es cierto si los animales están expuestos en instalaciones infectadas tales como locales feria. Esta es otra buena razón para investigar a conciencia el movimiento del ganado dentro del rodeo con el cual se está trabajando y todas las locaciones en las que ha

estado.

Diseminación dentro del rodeo y persistencia de la infección

### **Manejo inapropiado de los partos**

La brucelosis se disemina primariamente a través del parto y del aborto. Por lo tanto, es importante definir el manejo de los partos en un rodeo infectado para determinar donde la exposición está ocurriendo, y si las prácticas de manejo de estos están contribuyendo a la diseminación de la enfermedad en el rodeo. Esta información es de relevancia ya que no sólo puede usarse para tomar decisiones que ayuden a eliminar la enfermedad del rodeo, ya que también ayudará en la identificación de animales que han estado expuestos y están en un altísimo riesgo de ser diseminadores ulteriores de la enfermedad. Hay varios factores que tienden a aumentar el riesgo de diseminación a la interna del rodeo perpetuando así la infección en el mismo. La falta de una parición estacional implica el dejar los toros con las vacas todo el año y por lo tanto tener partos todo el año que permite que la enfermedad se siga expandiendo. La determinación de la ocurrencia de los partos permite el desarrollo de un plan de manejo del rodeo para minimizar la transmisión durante estos. Esto puede incluir cosas tales como acortamiento del período de parición al reducir el tiempo de entore y un testeo intenso durante las pariciones, o si esto no es posible, diseñar un plan de manejo de rodeo para minimizar la transmisión durante la parición. Es fundamental determinar en cual lugar van a parir las vacas, y que medidas de manejo se toman durante la parición. Si las vacas paren a campo y no se retiran las placentas, la transmisión se seguirá dando en los animales que cohabitan. Si los animales están pariendo en parideras (a galpón), y no se realiza una correcta limpieza y desinfección de las mismas entre grupo y grupo de parición, esto constituye la principal vía de continuación de la infección en ese establecimiento. Las placentas deben retirarse y ser dispuestas de manera de minimizar su exposición a otros animales.



Es importante preguntar por el manejo de las placentas. En muchos establecimientos las placentas son dejadas en el campo o arrojadas a los perros que las arrastran por todos lados. Cualquiera de ambas prácticas juega un importante rol en la continuidad de la transmisión de la brucelosis dentro del rodeo y muy frecuentemente hacia la comunidad.

### **Abortos**

Investigar si han ocurrido abortos, y si así fue, en cual grupo de animales y en cuales áreas del establecimiento será de gran utilidad para determinar dónde, y si está ocurriendo la transmisión intra-rodeo, y donde pueden ser introducidas medidas de manejo para interrumpir la transmisión. Si los abortos están ocurriendo en las vacas en ordeño de un tambero, todos los animales en cualquier etapa de la gestación están expuestos. Si lo hacen en las vacas secas, expone a animales en gestación tardía, la cual es la etapa más susceptible, ya que es probable que muchos de esos animales se infecten y luego sean positivos.

Asegurarse preguntando si ha habido abortos o nacimiento de terneros débiles (otro signo clínico). Si el propietario dice que no los ha habido, asegurarse de comprobar la frecuencia con la cual se observa realmente ese rodeo. Algunos propietarios de grandes rodeos de carne no ven su rodeo frecuentemente, y realmente no saben si han tenido abortos o no. Pueden haber constatado sólo una reducción de los nacimientos.

### **Testeos incompletos de rodeo**

Los testeos incompletos de grandes rodeos de carne, frecuentemente, son un problema. De esto puede resultar que animales positivos dejados en el rodeo puedan perpetuar la infección. En grandes rodeos de carne, es una necesidad asumir desde el comienzo si es o no posible juntar todos los animales para testear en un tiempo dado. Si no, el propietario debe ser advertido que serán necesarios varios testeos adicionales durante un largo período de

tiempo para asegurar que todos los animales han sido testeados y/o no habrá una posterior diseminación de la enfermedad en el rodeo.

Otro error en el procedimiento de testeo es llevarlo a cabo “a campo”, o testear sólo el potrero donde ha estado esa vaca, en lugar de testear todo el rodeo de todos los potreros. Si se sospecha brucelosis en un rodeo, y el rodeo arroja un testeo negativo, preguntarle al propietario si tiene otros rodeos, y asegurarse de testearlos todos, de otra forma la brucelosis puede haberse dejado de lado y continuar diseminándose.

### **Obviar el testeo de rodeos adyacentes y comunitarios**

Como se mencionó anteriormente, un rodeo infectado adyacente o comunitario puede ser el rodeo problema, y podría, potencialmente re-infectar el rodeo con el cual se está trabajando. Se debe tener en mente que no tomar en cuenta la comunidad podría resultar en el fracaso de eliminar la brucelosis del rodeo con el que se está trabajando debido a una constante reintroducción.

### **Ingreso continuo de animales susceptibles**

La introducción continua de animales de rodeos libres que no hayan sido expuestos a la brucelosis anteriormente puede perpetuarla en un rodeo. Esto es porque animales no expuestos son más susceptibles de infectarse cuando se enfrentan a bajos niveles de brucela que no afectan animales expuestos a la cepa de campo de *Brucella* durante largos períodos. Los animales expuestos a un bajo nivel de brucelosis tienden generar alguna resistencia, sin embargo, los no expuestos generan mucho menos. Por esta razón, si fuera posible, se recomienda no introducir animales hasta que el rodeo esté libre. Si se deben incorporar animales, es aconsejable vacunar a los adultos entrantes para procurarles cierto nivel de resistencia. Estar seguros de comprobar cuidadosamente el estado sanitario de los rodeos de los que provienen los animales entrantes,

incluyendo donde y cuando fueron comprados, y su status vacinal y reproductivo.

### Frecuencia inadecuada de testeo

Otra razón por la cual la brucelosis se mantiene en un rodeo es debido a un testeo inadecuado o inapropiado. Esto puede ser un problema especialmente en grandes rodeos de carne o en aquellos que son difíciles de juntar. Testeos poco frecuentes (recordar que el período de incubación es de aproximadamente 30 días, aunque es bastante variable dependiendo de la vacunación y de la etapa de gestación, así como de la edad de los animales) permiten la diseminación continua si los positivos no son descartados y eliminados y paren en el rodeo. Además, el testeo realizado post parto en lugar de ante parto permite también la continuidad de la diseminación de la brucelosis. Si la frecuencia del testeo es menor que la adecuada, por lo menos tratar de programar un testeo ante parto y otro post parto. Hay que recordar que la brucelosis se disemina en el parto, de manera que la identificación de los positivos y su eliminación previa a este, la minimiza. Esto es particularmente importante con las vaquillonas, que pueden resultar negativas aún si se infectaron poco tiempo antes de que paren o aborten.

### Vaquillonas retenidas

Una de las razones más comunes por las que se mantiene la brucelosis en un rodeo, o de que aparezca nuevamente infectado a los dos o tres años de haberse declarado libre se debe a la retención de las vaquillonas. Esto puede ser debido al “síndrome de la vaquillona latente”, en el cual las vaquillonas nacidas de vacas infectadas mantienen la infección contraída in útero y la mantienen resultando negativas hasta el parto o el aborto. Esto sólo ocurre en muy pocos casos, pero sólo basta un aborto en estas vaquillonas para re-infectar el rodeo. Más comúnmente es la cohabitación de vaquillonas con vacas pariendo, las cuales se re-infectan a sí mismas. Estas vaquillonas infectadas pueden también no haber sido des-

cartadas como positivas a partir de esa exposición, sino hasta que paren y sean testeadas nuevamente. Esto puede seguir aconteciendo durante varios años hasta que el rodeo de cría quede finalmente limpio.

En la investigación de un foco de brucelosis, SIEMPRE preguntar sobre el manejo de las vaquillonas, y el origen de las de reemplazo. Esto es también una buena forma de educar al propietario sobre el riesgo potencial del mantenimiento de las vaquillonas fuera de un rodeo infectado.

### ¿Dónde fue?

Es tan crítico rastrear todos los movimientos fuera de un rodeo infectado como determinar de qué forma se introdujo la infección en él. Es importante hacer esto lo más rápida y concienzudamente posible, de forma que cualquier animal expuesto que pueda ser lavado a nuevos rodeos pueda ser descartado tan pronto como sea posible, antes de que pueda infectar el rodeo en el cual haya sido introducido. Una vez que se haya determinado el tiempo aproximado en el cual se introdujo la infección en el rodeo, todos los animales sacados de este desde esa fecha puedan ser rastreados.

### Ventas fuera del rodeo desde la introducción de la infección

Ventas particulares- Estos animales debería testearse antes del cambio de dueño, pero esto no ocurre siempre. Aun si el animal resultado negativo en el momento de la venta, debería ser rastreado, re-testeado, y vendido al matadero si se determina r de que es altamente probable que esté infectado.

Ventas a través de remates- Todos los registros deberían ser examinados y todos los animales vendidos del rodeo infectado deberían ser rastreados, re-testeados y/o vendidos al matadero. Ventas al matadero- Todos los registros de matanza deberían ser chequeados para verificar que los animales fueron realmente sacrificados, y también ver si los títulos del



rodeo fueron revelados si los animales fueron testeados en ese momento. Esto sirve para confirmar o alterar el tiempo que fue estimado para la introducción de la enfermedad en el rodeo.

No olvidar de rastrear los toros vendidos como reproductores. Si se les ha colectado semen para inseminar, ya que ese semen debe ser descartado. Chequear también si cualquier animal ha sido alquilado, comercializado, o sacado del rodeo de otra forma que no haya sido la venta directa.

### Vaquillonas

Es fundamental preguntar por la disposición de las vaquillonas, específicamente, ya que juegan un importante papel en la diseminación de la enfermedad más allá del rodeo problema. El rastreo rápido y el manejo apropiado de estos animales, conduce hacia la prevención de la diseminación de la enfermedad a nuevos rodeos o regiones. Además, del rastreo de las ventas de todas las vaquillonas, cerciorarse de que el propietario no tiene otro rodeo de vaquillonas del cual extrae los reemplazos. El riesgo de mantener esos animales debería discutirse, y debería establecerse un plan para el rodeo de vaquillonas, así como uno para el rodeo problema.

### Perdidas y/o pasadoras de alambrados

Al realizar una minuciosa investigación, es importante saber si alguno de los animales del

rodeo problema se han encontrado en cualquier momento en un rodeo vecino, ya como perdidas, ya por ser pasadoras de alambrados. Si los hubiera, ¿dónde están esos animales ahora? ¿Están allá o fueron devueltos al rodeo? Saber cuánto tiempo estuvieron en el rodeo vecino y si parieron mientras estuvieron allí, y determinar cuáles animales del rodeo vecino estuvieron expuestos. Recordar, el objetivo es tratar de encontrar tanta información como sea posible para determinar la potencial exposición y el riesgo de diseminación.

### En resumen

Una minuciosa epidemiología de cada rodeo problema es crítica para la erradicación de la brucelosis. Toda introducción al rodeo, y todos los animales que se extraigan de él deben ser rastreados, y todos los rodeos que estuvieron expuestos como consecuencia de estos movimientos deber ser testeados y su status evaluado. Aunque la epidemiología de los rodeos infectados concierne primariamente a los movimientos dentro de ellos, la epidemiología y el manejo del rodeo problema mismo debe ser evaluado para detener la transmisión dentro de él, y ayudar a determinar cuáles animales han estado expuestos y están en un alto riesgo de adquirir la infección.

# EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL DE LA ANAPLASMOSIS Y DE LA BABESIOSIS DE LOS BOVINOS.

Dr. Atilio J. Mangold

mangold.atilio@inta.gob.ar

La babesiosis y la anaplasmosis de los bovinos son consideradas como uno de los mayores problemas sanitarios para el desarrollo de la producción ganadera en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina. La babesiosis es producida por *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* y la anaplasmosis es producida por *Anaplasma marginale*. En Argentina, ambas *Babesia* son transmitidas por la garrapata común del bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Babesia bovis* es transmitida por las larvas de la garrapata, mientras que *B. bigemina* es transmitida por las ninfas y los adultos. Por lo tanto, la babesiosis afecta a los bovinos que se encuentran únicamente en la zona infestada por la garrapata *R. (B.) microplus*. Esta zona alcanza una superficie aproximada de 60 millones de hectáreas e incluye una población estimada de 11 millones de bovinos.

En la transmisión de *Anaplasma marginale* están involucrados las garrapatas e insectos hematófagos como los tábanos, las moscas bravas y los mosquitos. Sin embargo este no es el único mecanismo de transmisión de la anaplasmosis. Es importante la transmisión iatrogénica que hace el hombre mediante el uso de materiales e instrumentos (agujas y jeringas, mochetas, descornadores, guantes de tacto rectal, etc.) con los que se pueden efectuar pasajes rápidos de sangre entre los bovinos cuando no se desinfectan correctamente. Por estas causas, la anaplasmosis no sólo afecta a los bovinos de la zona infestada por la garrapata sino que también se extiende hacia las libres de *R. (B.) microplus*, siendo cada vez más frecuente el diagnóstico en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, San Luis y el sur de las provincias de Córdoba y Santa Fe.

Las pérdidas económicas directas por pérdida de peso o mortalidad y los costos para el tratamiento y control de estas enfermedades

en la Argentina, se han estimado en 40 millones de dólares estadounidenses por año.

Los dos conceptos epidemiológicos más importantes de la babesiosis y la anaplasmosis refieren a la inmunidad inespecífica relacionada inversamente con la edad de los vacunos y la inmunidad persistente de por vida adquirida luego de una primo infección. Esto significa que, generalmente, en los terneros las primo infecciones no tienen consecuencias clínicas (Guglielmo et al., 1992) y dan como resultado el desarrollo de una inmunidad específica de por vida independientemente de re-infecciones.

Cuando la tasa de inoculación de *B. bovis*, *B. bigemina* y *A. marginale* en un establecimiento ganadero es elevada, la mayoría de los terneros se infectan antes del año de edad y quedan protegidos contra las infecciones futuras. Por el contrario, si la tasa de inoculación es baja, una proporción importante de los terneros no se infectan naturalmente, resultando en la ocurrencia de brotes de babesiosis y/o anaplasmosis cuando los bovinos superan el año de edad. Estas situaciones se denominan de estabilidad enzoótica o de inestabilidad enzoótica, respectivamente. Ambas situaciones no pudieron aún ser expresadas matemáticamente en un modelo de simulación que reflejen con certeza la realidad debido a la complejidad de la interacción entre los componentes del sistema (agentes causales-bovino-vectores), el medio ambiente y la acción del hombre. La tasa de inoculación de *Babesia* y *Anaplasma* depende de la cantidad de garrapatas y de insectos hematófagos, de la higiene con la cual se realizan las prácticas quirúrgicas y de la población de vacunos. La población de garrapatas e insectos está influenciada por las características climáticas de la región, ya que la temperatura y la humedad favorecen de forma

directa los ciclos biológicos de los mismos. A su vez, una mayor población bovina también favorece la fase parasitaria de la garrapata. Entre los factores que afectan negativamente al sistema se destacan la composición genética de los rebaños y el uso de antiparasitarios por parte de los productores. La proporción de sangre *Bos indicus* en los bovinos afecta de manera inversamente proporcional a la población de garrapatas y lo mismo sucede con el uso intensivo de productos garrapaticidas o de otras drogas antiparasitarias que también tienen efecto sobre las garrapatas (endectocidas, insecticidas).

La estabilidad o inestabilidad enzoótica de un rebaño se puede conocer midiendo la tasa de inoculación de cada uno de los hemoparásitos. La tasa de inoculación se puede calcular indirectamente conociendo el porcentaje de terneros infectados mediante técnicas inmunológicas y la edad de los mismos. Para este fin se recomienda la determinación de la presencia de anticuerpos específicos contra cada uno de los hemoparásitos en muestras de sangre de una proporción (20 % del hato; un mínimo de 20 y un máximo de 100 muestras) de los terneros de 7 a 9 meses de edad. En términos generales se puede decir que si el porcentaje de terneros con anticuerpos específicos es superior al 70 % la situación es epidemiológicamente estable. Por el contrario, si el porcentaje es menor al 70 % la situación es epidemiológicamente inestable y la probabilidad de ocurrencia de brotes de las enfermedades es elevada. Por lo tanto, en aquellos establecimientos en que la tasa de inoculación es baja, es necesario recurrir a la inmunización artificial de los terneros para prevenir la ocurrencia de casos clínicos de babesiosis y/o anaplasmosis cuando los mismos sean adultos.

Para la prevención de la babesiosis y de la anaplasmosis se utilizan en muchos países del mundo vacunas vivas. En Argentina, la vacuna más utilizada contiene eritrocitos parasitados con cepas de *B. bovis* y de *B. bigemina* atenuadas en su patogenicidad y con *Anaplasma centrale*. El análisis económico de la relación

beneficio - costo de su aplicación en la Argentina muestran una relación positiva aún con mortalidades relativamente bajas (i.e. 1%). La multiplicación de las cepas vacunales de *Babesia* para la producción de la vacuna se realiza, desde 1993, exclusivamente en cultivos *in vitro*, mientras que, para la multiplicación de *A. centrale* se utilizan terneros esplenectomizados. El laboratorio de la EEA INTA Rafaela produce y comercializa más de 500.000 dosis pro año.

La vacuna viva está indicada para uso exclusivo en bovinos de 4 a 10 meses de edad, ya que en animales adultos pueden llegar a producirse reacciones post-vacunales graves si no se controlan adecuadamente. El uso de la vacuna está indicado en los siguientes casos:

- a) En las terneras de reposición del área enzoótica, donde la tasa de inoculación es insuficiente para que los animales se infecten durante los primeros meses de vida.
- b) En los bovinos originarios de las zonas libres de babesiosis y anaplasmosis que van a ser trasladados a las zonas enzoóticas.

La vacuna viva es efectiva para inducir una buena respuesta inmunitaria en más del 90 % de los bovinos vacunados. Para el caso de babesiosis no existen evidencias en la Argentina de rupturas de inmunidad o enfermedad en animales vacunados por acción de cepas antigénicamente diferentes. Distinta es la situación respecto a la anaplasmosis ya que en la vacuna se utiliza como inmunógeno *A centrale*, especie poco patógena para los bovinos y que brinda inmunidad cruzada y parcial contra *A. marginale*. La protección cruzada conferida por la vacuna es efectiva para prevenir las manifestaciones indeseables de la enfermedad en la mayoría de los animales vacunados. Ahora bien, en situaciones especiales (bovinos inmunodeprimidos o estresados) se han observado algunos casos de rupturas de inmunidad en los animales vacunados. Los casos comprobados de rupturas de inmunidad ocurrieron principalmente en bovinos adultos (toros y hembras



preñadas) que habían nacido en la zona libre de *R. (B.) microplus* y que fueron trasladados a la zona infestada por garrapatas.

Entre las posibles causas que pueden producir inmunosupresión y contribuir así con la ruptura de la inmunidad en los bovinos provenientes de la zona libre de garrapatas se pueden mencionar:

a) Inmunosupresión producida por la garrapata *R. (B.) microplus*.

b) Inmunosupresión fisiológica por acción de las hormonas en las hembras gestantes.

c) La actividad reproductiva o productiva, el servicio en los toros y la lactancia en las hembras.

d) Las temperaturas elevadas, la falta de sombra, el cambio de alimentación y en la calidad del agua de bebida.

Cualquiera de estas causas, solas o combinadas, pueden provocar una inmunosupresión suficiente, como para que ante un desafío importante, se produzca una ruptura de la inmunidad en los bovinos. Si bien los casos

de rupturas de inmunidad en bovinos adultos provenientes de la zona limpia de *R. (B.) microplus* no son significativos (<1 % de los reproductores trasladados a la zona infestada por garrapatas), durante el primer año se deberían tomar algunas medidas que eviten las causas estresantes, favorezcan la adaptación de los bovinos al nuevo hábitat y contribuyan a minimizar los riesgos de enfermedad. Se recalca, que a pesar de estar vacunados, siempre algún bovino se puede enfermar de babesiosis y/o anaplasmosis o de cualquier otra enfermedad. Por lo tanto, los bovinos se deben observar frecuentemente para detectar lo antes posible, algún síntoma de enfermedad.

Si se observa algún bovino enfermo se debe llamar al Médico Veterinario. El profesional debería indicar el tratamiento específico que considere conveniente, y en el caso de sospechar de babesiosis y/o anaplasmosis, debería tomar muestras de sangre para confirmar el diagnóstico en el laboratorio. En caso de muerte de un animal, también es conveniente tomar muestras de sangre e improntas de órganos (cerebro, riñón, corazón) para confirmar el diagnóstico en un laboratorio.

# Realidad y desafíos en el control de la garrapata común del bovino en el sur de Brasil: situación actual

José Reck, Antonela Barbieri, Guilherme Klafke,

Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor (IPVDF)

Governo do Estado do Rio Grande do Sul

Eldorado do Sul, RS, Brasil

La garrapata común del bovino, *Rhipicephalus microplus*, tiene una amplia distribución, encontrándose en regiones de clima tropical e subtropical. Debido a que Brasil posee condiciones climáticas favorables para el desarrollo de este ectoparásito durante la mayor parte del año, el mismo se encuentra en casi todos los estados, exceptuando Rio Grande do Sul y el sertão nordestino (ESTRADA-PEÑA et al., 2006). Si bien en gran parte del país el ganado se compone principalmente por razas cebuinas, el sur de Brasil posee, comparativamente, un porcentaje mayor de bovinos de razas europeas (*Bostaurus taurus*) los cuales son más susceptibles a este parásito que las razas cebuinas (GONZALES, 2003). Esto, probablemente, sea debido a una coevolución entre estos últimos y *R. microplus*, ya que ambos tuvieron origen en Asia.

*Rhipicephalus microplus* causa grandes pérdidas para la producción bovina debido a impactos negativos directos e indirectos. En el país, es el ectoparásito más importante de bovinos y su impacto económico para la pecuaria brasileira fue estimado en 2014 en 3,24 billones de dólares americanos por año (GRISI et al., 2014). Esas pérdidas se deben principalmente a la disminución en la producción de leche y la ganancia de peso, daños en el cuero, mortalidad causada por agentes etiológicos transmitidos por esa especie de garrapata, así como también por los costos de tratamiento para el control de las infestaciones. *R. microplus* es responsable de la transmisión de la Babesiosis bovina, popularmente conocida como Tristeza Parasitaria Bovina (TPB), patología que provoca cuadros de anemia severa, ictericia, fiebre, postración, abortos e incluso la muerte de los animales (MARTINS & CORREA, 1995). La producción también se ve afectada por el au-

mento de costos en relación al precio de los acaricidas y los equipamientos utilizados para su aplicación, mano de obra y manutención de bañaderos de inmersión, entre otros (GRISI et al., 2014).

El control de la garrapata común del bovino con compuestos químicos comenzó a finales del siglo XIX con el uso de arsénico (ANGUS, 1996). Luego, en la década de 1940, se comenzaron a utilizar los organoclorados (OC), y algunos años después, se relató la resistencia a este grupo químico. Posteriormente, éstos fueron sustituidos por organofosforados en la década de 1950 (GEORGE, 2000). De acuerdo con el Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Saúde Animal do Brasil (SINDAN, 2017), existen actualmente seis clases de acaricidas químicos comercialmente disponibles para el control de la garrapata en Brasil: organofosforados (OF), formamidinas (amitraz), piretróides sintéticos (PS), lactonasmacrocíclicas (LM), fenilpirazoles (fipronil) y benzimidazoles (fluazurón). Desafortunadamente, a lo largo de los años, se fueron acumulando los relatos de resistencia a las diferentes clases de acaricidas en el mundo. El primer reporte de garrapatas resistentes a los OF fue realizado en Australia en 1964, y en 1972 en América (Brasil). En relación a amitraz, el primer caso de resistencia en el mundo fue en 1981, también en Australia, y doce años después (1993), fue relatado en Brasil. En cuanto a los PS, el primer registro fue simultáneo, en 1989, en Australia y en Brasil. Las LM tuvieron su primer registro de resistencia en el mundo en 2001, en Brasil. La resistencia a fipronil tuvo su primer reporte en 2007 en Uruguay y en 2008 en Brasil. Finalmente, en 2014, se documentó el primer caso de resistencia a fluazurón, coincidiendo con la primera población de garrapatas multiresis-

tente a seis clases químicas de acaricidas descripta en Brasil. Teniendo en cuenta que todos los reportes de resistencia antes mencionados, a OF, PS, LM, fipronil y fluzurón, fueron en Rio Grande do Sul (RECK et al., 2014) se evidencia que el problema de la multiresistencia de *R. microplus* tiene su epicentro en el sur de Brasil. Las principales hipótesis asociadas a este problema son la composición genética del rebaño, el cual cuenta con cerca de 80% de razas taurinas europeas, y el gran número de tratamientos que se realizan al año. En relación a esto último, hoy en Rio Grande do Sul, diversas propiedades rurales realizan más de 20 tratamientos garrapaticidas al año.

El uso frecuente de acaricidas con el objeto de controlar este ectoparásito ha favorecido la selección de poblaciones de garrapatas que son resistentes a todos los principios activos (PAs) comercialmente disponibles en el país (RECK et al., 2014). Un reflejo de este fenómeno ha sido la emergencia, en los últimos años, de un creciente número de productos en el mercado brasileño que son mezclas de dos, tres o incluso cuatro PAs (SINDAN, 2017).

En este contexto, han surgido diversas alternativas para un control sustentable de la garrapata común del bovino, así como también para mitigar el problema de la resistencia acaricida. Aquí, en el IPVDF hemos realizado diversos cursos y días de campo destinados a productores rurales y técnicos para discutir acerca del control de este parásito. Primeramente, es importante aclarar que no existe una solución fácil y única para esta problemática. En segundo lugar, debemos entender que no hay fórmulas estándares que puedan ser aplicadas en todas las propiedades rurales. Creemos que, tomando como base una serie de pasos e informaciones, cada establecimiento debe contar con su propio plan direccionado al control de este ectoparásito. De modo simplificado, aquí abordamos el control de la garrapata en siete pasos: (i) admitir que, para controlar la garrapata del bovino se debe alterar/modificar el manejo de la propiedad; (ii) todo programa de control de garrapatas debe ser supervisado por

un médico veterinario; (iii) se debe disminuir la frecuencia del uso de acaricidas (número de aplicaciones); (iv) realizar pruebas laboratoriales periódicas que permitan el monitoreo de la resistencia a los garrapaticidas; (v) delinear un plan estratégico específico para cada propiedad antes de iniciar los tratamientos; (vi) nunca pensar en el control de garrapatas sin tener en cuenta la Tristeza Parasitaria Bovina (TPB); y, por último, (vii) adoptar medidas auxiliares de control no químicas.

## REFERÊNCIAS

ANGUS, B.M. The history of the cattle tick *Boophilus microplus* in Australia and achievements in its control. *Int. J. Parasitol.* 26, 1341–1355, 1996.

ESTRADA-PEÑA A, GARCÍA Z, FRAGOSO SH. The distribution and ecological preferences of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Mexico. *Exp. Appl. Acarol.* 38, 307–316, 2006.

GEORGE, J. E. Present and future technologies for tick control. *Ann. NY Acad. Sci.* v. 916, p. 583-588, 2000.

GONZALES, J. C. In: *O Controle do Carrapato do Boi*. 3. Ed. Passo Fundo, Ed. da Universidade de Passo Fundo, 128 p., 2003.

GRISI L, LEITE RC, MARTINS JRS, BARROS ATM, ANDREOTTI R, CANÇADO PHD, LEÓN AAP, PEREIRA JB, VILLELA HS. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 23, 150–156, 2014.

MARTINS, J. R & CORRÊA, B. L. Babesiose e anaplasmoses bovina: aspectos destas enfermidades. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, Porto Alegre, v.1, n.1, p.51-58, 1995.

RECK J, KLAFKE GM, WEBSTER A, DALL'AGNOL B, SCHEFFER R, SOUZA UA, CORRASSINI VB, VARGAS R, DOS SANTOS JS, MARTINS JR. First report of fluzuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: a field tick po-



pulation resistant to six classes of acaricides. VetParasitol. Mar 17;201(1-2):128-36, 2014.

SINDAN (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal). Compêndio de Produtos Veterinários SINDAN. 2017. Disponível em: <http://www.cpvS.com.br/cpvS/index.html>

# CONTROL INTEGRADO EN LA GARRAPATA RHIPICEPHALUS MICROPLUS PERSPECTIVAS EN EL USO DE VACUNAS RECOMBINANTES CONTRA LA GARRAPATA RESULTADOS PRELIMINARES OBTENIDOS CON UNA VACUNA DE DESARROLLO NACIONAL

Dr. Ulises Cuore

Departamento de Parasitología de la DILAVE "Miguel C. Rubino" Ruta 8, Km 17. Montevideo-Uruguay. ucuore@mgap.gub.uy

## Resumen

La dependencia exclusiva del uso de acaricidas químicos para el control de la garrapata del ganado implica asumir riesgos en el desarrollo y la selección a favor de la resistencia, en la inocuidad de los alimentos así como en la contaminación ambiental y la salud de los operarios. Esto puede tener connotaciones desfavorables a nivel predial para un correcto control del parásito y a nivel país por las exigencias que imponen los mercados compradores de alimentos de origen pecuario. Para minimizar estos riesgos, es imperioso el desarrollo del Control Integrado de Parásitos (CIP) que priorice las alternativas no químicas de control. Se resumen los conocimientos generados en el país como parte del CIP y las experiencias internacionales en el manejo de animales y pasturas. Se presentan los resultados preliminares de una vacuna de desarrollo nacional con antígenos recombinantes seleccionados a partir de garrapatas de distintas zonas de nuestro país.

Palabras claves: *Rhipicephalus microplus*, Control Integrado de Parásitos, Vacuna Recombinante.

## Summary

To depend exclusively on chemical acaricides for controlling the cattle tick means assuming risks associated to the development and selection in favor of resistance, to the food safety as well as to environmental contamination

and operators health. This can adversely impact on the parasite's correct control at a farm level as well as on the country due to the demands imposed by the meat buying markets. In order to minimize these risks it is imperious to develop an Integrated Parasite Control (IPC) which prioritizes non chemical control alternatives. This paper summarizes the knowledge generated in the country related to the IPC and the international experiences associated to the animal and pasture management. Preliminary results obtained using a national recombinant antigen vaccine, selected out of ticks from different areas are also presented.

Keywords: *Rhipicephalus microplus*, Integrated Pest Control, Recombinant Vaccine.

## Introducción

El control de la garrapata del ganado históricamente se ha realizado casi de forma exclusiva en base a acaricidas químicos. Desde la década de 1990 no hay en el mercado nuevas moléculas con acción garrapaticida. El uso continuo de estos productos durante más de 30 años ha provocado una evolución desfavorable a favor de la resistencia parasitaria lo que pone en riesgo el control a nivel predial y el éxito de la campaña Oficial contra la garrapata. Esta falta de eficacia puede provocar pérdidas al sector productivo e incide directamente en la presencia de residuos en los alimentos de origen animal con el consiguiente riesgo en el comercio exportador así como el riesgo de contaminación ambiental y de la salud de los

operarios.

Esta problemática pone de manifiesto la necesidad de una planificación de eventos dentro del marco del CIP siendo cada vez más imprescindible la aplicación y el desarrollo de las alternativas no químicas de control.

El CIP implica la combinación sistemática de al menos dos tecnologías, utilizando herramientas químicas (acaricidas) y no químicas (manejo, vacunas, hongos etc.) para el control de las parasitosis (FAO, 2003; FAO, 2004).

El manejo de las parasitosis tiene una fuerte base en el desarrollo del conocimiento epidemiológico por lo cual las futuras herramientas para controlar la garrapata aplicando una metodología de CIP deben enmarcarse dentro del Modelo Epidemiológico Conceptual desarrollado en el país (Cardozo *et al.*, 1984; Nari & Solari, 1990).

La generación de conocimiento a nivel nacional y la adecuación a nuestra realidad del generado en países de referencia en el tema es una necesidad permanente.

En este contexto distintas publicaciones basadas en la epidemiología de *Rhipicephalus microplus* (*R. microplus*) han permitido generar conocimiento relacionado al manejo de animales y pasturas para controlar al parásito en el ambiente (Sutherst *et al.*, 1977; FAO, 2003; Hüe & Fontfreyde, 2019; Hüe *et al.*, 2021).

La investigación para el desarrollo de vacunas contra la garrapata, como alternativas no químicas de control, está enfocada en la selección de nuevos antígenos. La primera generación de vacunas formuladas exclusivamente en base al antígeno “oculto” Bm86, del intestino de la garrapata, ha dado paso a su combinación con antígenos “expuestos” que son los que entran en contacto con el bovino durante el proceso de fijación y alimentación de la garrapata (Willadsen, 2009).

Con este conocimiento se comenzó a traba-

jar en el desarrollo de una vacuna contra la garrapata a nivel nacional, lo cual abre las perspectivas para poder profundizar la aplicación del CIP.

A partir de mediados de 2021 se comenzaron a realizar, por parte de la DILAVE “Miguel C. Rubino”, pruebas controladas en boxes y serológicas para evaluar la eficacia de este nuevo biológico, en base a una mezcla de antígenos recombinantes seleccionados a partir de garrapatas de distintas zonas de nuestro país, como potencial candidato a desarrollar una futura vacuna comercial contra la garrapata común del ganado.

## Objetivos del Control Integrado de Parásitos

El CIP no busca la erradicación de las parasitosis, si su control. Para ello requiere de un diagnóstico inicial de los parásitos a controlar, fundamentalmente en cuanto a su incidencia, al estatus de resistencia y valorar el riesgo epidemiológico en caso de tristeza parasitaria con la finalidad de tener una planificación que permita:

- Disminuir el uso de acaricidas químicos.
- Reducir la presión de selección de parásitos resistentes y así prolongar la vida útil de los acaricidas.
- Mantener niveles adecuados de producción aun con presencia de la parasitosis (Concepto de Refugio).
- Evitar muerte de animales, en relación a la tristeza parasitaria.
- Producir alimentos inocuos para el consumo.
- Disponer de buenas prácticas amigables con el ambiente y operarios.

## ¿Qué implica un CIP exitoso?

De acuerdo a lo publicado por De la Fuente



*et. al.*, 2007, en *R. microplus* a nivel predial, aplicando CIP durante 10 años sistemáticamente en todo el rodeo del establecimiento, se pasó de realizar de 24 a 7-8 tratamientos al año con una reducción de 100 a 20 garrapatas adultas por animal.

Los logros en el control de la parasitosis utilizando CIP se obtienen en el tiempo, disminuyendo las poblaciones de parásitos a través de las sucesivas generaciones (Nari, 2011).

### Control Integrado vs. Erradicación

Como contraposición al CIP el concepto de Erradicación implica la eliminación total del parásito. La metodología debe ser la sistemática aplicación de acaricidas a los bovinos evitando el escape de garrapatas fértiles al ambiente.

De acuerdo a lo establecido en la Ley de lucha contra la garrapata la erradicación debe aplicarse en predios de la zona libre y en la zona endémica los que sean declarados de alto riesgo.

Si bien técnicamente es posible lograr la erradicación, principalmente en la zona endémica pueden incidir varios factores que dificultan lograr o mantener el objetivo. A nivel de zona, existen factores ecológicos que favorecen el desarrollo y mantenimiento de la parasitosis. A nivel predial pueden existir dificultades prácticas, como ser poblaciones de garrapatas multirresistentes. También hay dificultades asociadas al manejo de animales, para tratar sistemáticamente todo el rodeo, o por situaciones relacionadas con la problemática en predios linderos.

La erradicación implica un gran esfuerzo no solo económico y en caso de lograrlo se deben mantener en el tiempo acciones que eviten la reintroducción del parásito.

Esta realidad refuerza el concepto de que en la zona endémica se controle la parasitosis aplicando una metodología basada en el CIP.

Controlar o erradicar la parasitosis debería ser la primera definición en la elaboración de una planificación a nivel predial o grupo de productores que coordinen acciones conjuntas.

### Conocimiento generado en el país, metodología de trabajo como parte del CIP

Existen 4 pilares del conocimiento generado en el país que tienen su aporte al CIP y se han llevado a la práctica con éxito en varios proyectos de control o erradicación (Cuore & Solari, 2022).

#### Modelo Epidemiológico Conceptual

Es el resultado de la integración del conocimiento sobre la dinámica poblacional de *R. microplus* en su etapa parasitaria y su comportamiento en el ciclo no parasitario, ecología (Nari *et al.*, 1979; Cardozo *et al.*, 1984; Petracchia *et al.*, 1988).

Establece la probabilidad de presentar 3 generaciones de garrapatas al año y los meses en que transcurren. (Nari *et al.*, 1990; Cardozo & Franchi, 1994).

Proporciona el marco teórico de las características que presenta el parásito en nuestro país y es la base para diagramar estrategias de control (Cardozo *et al.*, 1994).

*Aportes dentro del CIP:* Racionaliza los tratamientos al conocer cuando comienza la temporada de garrapata, cuando tiene mayor presencia sobre los bovinos y cuando permanece mayoritariamente en refugio.

*Requisito:* La presentación de la parasitosis puede variar dependiendo del factor climático año y de las características de la ecología y microclima de la zona o potrero.

#### Tratamiento Generacional de la Garrapata

Se basa en el Modelo Epidemiológico asumiendo que se favorece la presión de selección de individuos resistentes utilizando el

mismo acaricida en forma reiterada y que la resistencia se transmite genéticamente a la descendencia. Al cambiar de principio activo, con una forma diferente de actuar sobre la garrapata, en cada generación, se logra disminuir la selección de genotipos resistentes.

*Aportes dentro del CIP:* Se disminuye la presión de seleccionar garrapatas resistentes, prolonga la vida útil de los acaricidas eficaces.

*Requisito:* Se debe realizar un test de resistencia para utilizar preferentemente los acaricidas a los que las garrapatas son susceptibles.

### Animales Centinela

Permite conocer objetivamente la carga de garrapatas en los bovinos, determinar potreros problemáticos y decidir la oportunidad de realizar o postergar un tratamiento, así como posteriormente evaluar su eficacia y residualidad.

Se debe fijar un umbral máximo de garrapatas para realizar un tratamiento, de acuerdo a la generación que está transcurriendo, a las características del establecimiento en relación a la problemática de inicio y al objetivo que se haya fijado.

*Aportes dentro del CIP:* Se disminuye el uso de acaricidas al tener una medida objetiva de cuando aplicarlo.

*Requisito:* Requiere mayor dedicación y capacitación en la metodología de recuento.

### Hemovacuna

Se debe utilizar en predios que se presentan en inestabilidad enzoótica o con brotes de tristeza parasitaria. Su uso ha demostrado que disminuye drásticamente la muerte de animales y las pérdidas productivas por disminución en la ganancia de peso en animales recuperados de la enfermedad. Permite trabajar al inicio del CIP con un umbral mayor de garrapatas.

*Aportes dentro del CIP:* Al tener menor ries-

go de muertes por hemoparásitos, se disminuye el uso de acaricida al permitir que los animales tengan una mayor carga de garrapata.

*Requisito:* Debe aplicarse preferentemente antes que ocurran brotes y de forma sistemática todos los años a las nuevas categorías.

### Herramientas para el desarrollo del CIP

El CIP se apoya en distintas herramientas para lograr los objetivos planteados (Jonsson & Piper, 2007; Nari, 2011):

- Etapa diagnóstica con apoyo de laboratorio especializado en técnicas de resistencia en garrapatas y serología en hemoparásitos.
- Inmunización de animales a través de la utilización de biológicos.
- Selección de animales genéticamente resistentes.
- Tratamientos químicos estratégicos, tácticos, por umbral, dentro del marco epidemiológico.
- Manejo de animales y pasturas.

Varios autores han generado conocimiento epidemiológico de la garrapata y de acuerdo con las características que presentan la triada “garrapata-bovino-ambiente” se realizaron distintas experiencias de control a través de medidas de manejo que pueden aplicarse en la práctica (Sutherst *et al.*, 1977; Hübner *et al.*, 2021).

### Consideraciones prácticas del CIP, relacionadas con la garrapata y el manejo de los animales y pasturas

El manejo de animales y pasturas para el control de la garrapata, son acciones complementarias a los puntos anteriormente mencionados y necesita de su desarrollo e implementación a nivel predial.

La principal problemática de la garrapata se encuentra en el ambiente. La presencia de huevos, larvas y teleoginas representa el 95% de la parasitosis en el predio, solo el 5 % restante corresponde a las garrapatas que se encuentran desarrollando el ciclo parasitario sobre los bovinos (Campos Pereira & Labruna, 2008).

Uno de los motivos de que los resultados en el éxito en el control de la garrapata sean lentos es porque con los acaricidas se actúa solamente sobre el bovino, o sea sobre el 5% del problema.

De ahí una vez más, la importancia de aplicar herramientas no químicas de control que actúen sobre la garrapata en el ambiente y que el uso del acaricida químico tradicional sea un complemento oportuno y no la única opción de control.

### Consideraciones Epidemiológicas generales y prácticas de manejo:

- La garrapata cumple un ciclo parasitario de 21 días en la práctica, una vez que se desprende del bovino (teleogina) comienza el Ciclo No Parasitario (CNP).
- La sobrevida de todo el CNP puede ser hasta de 13 meses, dependiendo de la zona ecológica y el factor año climático.
- *R. microplus* posee un alto potencial biótico, de 2000 a 4000 huevos por cada teleogina. Cada bovino parasitado que no llegue a las instalaciones para ser tratado o exista problema de resistencia va a perpetuar la problemática permitiendo que cada garrapata contamine el potrero con miles de larvas que van a permanecer viables muchos meses a la espera de un huésped.
- En el establecimiento se debe determinar potreros de mayor riesgo en mantener el CNP por presentar características ecológicas que brinden mayor refugio a la garrapata (potreros de bañados, forestados etc.). Evaluar si es conveniente realizar tratamientos diferenciales, selectivo por potrero.. Potreros sucios, empastados con buena humedad son el refugio ideal para mantener viables todas las etapas del CNP: teleogina, huevos y larvas.
- Dada la característica de la teleogina de desprenderse del bovino entre las 6 y las 10 de la mañana, si se realiza el movimiento de ganado entre esas horas se logrará una mayor diseminación de las garrapatas en el establecimiento. En caso de llevar los animales a las instalaciones, es preferible realizar el movimiento la tarde anterior y si es posible dejarlos en un potrero con poco pasto o preferentemente sobre tierra para no favorecer el desarrollo de las garrapatas que se desprendan (Hüe & Fontfreyde, 2019).
- El ingreso de animales sin garrapatas o con tratamiento eficaz a un rastrojo o pradera es una medida segura de manejo (FAO, 2003). El laboreo de la tierra prácticamente elimina el CNP.
- Los pastoreos intensivos también le quitan el tapiz vegetal que protege a las etapas del CNP dejándolas más expuestas a la acción del clima con una consecuente menor sobrevida.
- Con pastoreos intensivos se logra una mayor tasa de encuentro (larva-bovino). Con una carga de 2 animales por hectárea se recogen del 30 al 70% de las larvas disponibles en una semana mientras que con 5 animales por hectárea se recogen entre el 50 al 85% (Sutherst *et al.*, 1977). Basado en este conocimiento, se realizó una experiencia en predios comerciales, realizando rotaciones de potreros, con altas dotaciones, ingresando bovinos tratados con acaricidas eficaces, lográndose disminuir la carga parasitaria de los potreros por efecto “aspiradora” de las larvas al aumentar la tasa de encuentro, esta medida de manejo permitió disminuir el número de tratamientos acaricidas (Hüe *et al.*, 2021).



- Se debe establecer un protocolo de ingreso de animales al predio, ya sea por compra a terceros o por pasaje de ganado propio a predios linderos. Revisar cada 10 días durante un mes para confirmar que los animales estén libres de garrapatas.
- Utilizar animales centinela que estén en potreros de mayor riesgo para monitorear las cargas parasitarias y evaluar la eficacia y residualidad de los tratamientos. Revisar estos animales periódicamente en el tubo, tocar y contar las garrapatas. Determinar un umbral de carga parasitaria aceptable, si lo excede se debe realizar el tratamiento (Cuore *et al.*, 2016).
- En caso de realizar un tratamiento ya sea a todo el rodeo o selectivo por potrero, se debe: Tratar a todos los animales con un acaricida eficaz, si por diferentes motivos algunos animales no llegan a las instalaciones, se deberán tratar en el campo.

Utilizar únicamente productos registrados en el MGAP a la dosis y recomendaciones indicada en la etiqueta.

Respetar los tiempos de espera para la faena. Si se envían animales a frigorífico, recordar que los mismos pueden ir con garrapatas y no debe realizarse tratamiento antes de la salida.

### **Consideraciones prácticas del CIP, relacionadas con el uso de vacunas**

A las prácticas de control asociadas con el conocimiento epidemiológico generado en nuestro país junto al manejo de pasturas y animales se debe sumar el uso de biológicos para el control de la parasitosis y enfermedades asociadas.

Las vacunas contra la garrapata tienen la ventaja de actuar solamente contra el parásito a controlar, no desarrollan resistencia, actúan contra garrapatas susceptibles y resistentes a los acaricidas, no dejan residuos en los alimentos de origen animal y son amigables con

el ambiente y operarios. También está demostrado que con su uso disminuye la incidencia de brotes de tristeza parasitaria al disminuir la tasa de inoculación de hemoparásitos (De la Fuente *et al.*, 1998).

La vacuna contra la tristeza parasitaria y la vacuna contra la garrapata, a pesar de actuar contra distintos parásitos, ambas logran el objetivo común de disminuir el uso de acaricidas (Jonsson & Piper, 2007).

El efecto de eliminación de *R. microplus* utilizando vacunas basadas en Bm86 se observa de forma progresiva, en el tiempo, después del uso continuo en todo el rodeo. Esto requiere de un cumplimiento estricto de aplicación y una tarea de extensión a los productores y el personal del establecimiento ya que al no actuar como una acaricida tradicional se continuarán viendo garrapatas plenamente ingurgitadas hecho que a veces no es aceptado y es cuestionada la eficacia del biológico (Hüe *et al.*, 2017; Pérez de León *et al.*, 2018).

Países de referencia en el desarrollo de vacunas contra la garrapata, Australia, Cuba y recientemente Estados Unidos han reportado diferentes experiencias y resultados en base al antígeno recombinante Bm86.

Con GAVAC resultados generados en Cuba, México y Venezuela, reportados entre 1998 y 2016 con distintos protocolos de inmunización obtuvieron porcentajes de eficacia entre 40 y 87% (Duval & Hüe, 2022).

Se ha demostrado que variaciones en la secuencia de aminoácidos superiores al 2,8% son suficientes para que la vacuna con el antígeno Bm86 sean ineficaces. Una posible alternativa para minimizar este hecho serían formular vacunas con antígenos conservados durante la evolución y adaptación de las diferentes cepas de *R. microplus* a una área geográfica determinada (De la Fuente *et al.*, 2000; Sossai *et al.*, 2005).

A su vez existe variabilidad en la respuesta

individual del bovino o entre diferentes rodeos, frente a la inmunización. Esto se explica por aspectos relacionados a la condición corporal o por factores ambientales estresantes. Animales añosos y hembras preñada o en lactación pueden tener menor respuesta inmune frente a la primera vacunación (De la Fuente *et al.*, 1998).

Modelos de simulación estimaron que una vacuna con 80% de eficacia puede mantener por sí sola un estatus de erradicación mientras que con un 40% de control reduce la carga parasitaria en un 50% (Pérez de León *et al.*, 2018).

### Vacuna contra la garrapata. Antecedentes

En nuestro país, hace casi 20 años que se comenzó a realizar pruebas de eficacia con distintas vacunas comerciales y con formulaciones experimentales con antígenos recombinantes.

Por distintos motivos, hasta el momento, ninguna ha logrado superar los requisitos establecidos para ser incorporadas en el control de lucha contra la garrapata (Cuore & Solari, 2019). Esto se puede explicar debido a la variabilidad que existe en la secuencia codificante para la proteína Bm86 en las diferentes regiones del mundo, lo cual pone en riesgo la eficacia de una vacuna con características extra regional frente al desafío con poblaciones locales de garrapatas. De ahí la importancia de un estudio nacional de los antígenos seleccionados para la formulación del biológico (García-García *et al.*, 2000).

El éxito de las vacunas recombinantes depende también del adyuvante utilizado, lo cual junto al antígeno estimula la respuesta celular y humoral del huésped.

Esta respuesta inmune debe ser cuantificable y correlacionarse con una eficacia biológica medida en pruebas controladas con bovinos desafiados con garrapatas.

### Niveles de acción de las vacunas

Las vacunas contra la garrapata tienen tres niveles de acción:

- Reducen el número de garrapatas ingurgitadas.
- Reduce la ovipostura de las garrapatas que si llegaron a culminar el ciclo parasitario.
- Reduce la eclosión de larvas viables.

El primer nivel de acción es sobre el ciclo parasitario y los otros dos actúan con eficacia sobre el CNP.

En Nueva Caledonia, Hüe *et al.*, 2017, reportaron una eficacia global de 74,2% con una vacuna en base al antígeno Bm86. Esta eficacia corresponde aproximadamente a 40% de reducción de teleoginas, 50% en la reducción de ovipostura y 19% en la eclosión.

En Brasil, Cunha *et al.*, 2012, reportaron una eficacia global de 31% con una vacuna recombinante en base a antígenos Bm86 seleccionados de garrapatas provenientes del estado de Campo Grande. Esta eficacia corresponde a 28% de reducción de teleoginas, sin eficacia en la reducción de ovipostura y 8% en la eclosión.

### Antígenos candidatos para el desarrollo de una nueva vacuna en Uruguay

A raíz de una alianza estratégica entre la empresa La Buena Estrella, el Departamento de Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay y el Centro Biotecnológico de investigación e Innovación (CBI+I), con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, se logró expresar de forma recombinante proteínas provenientes de garrapatas del ganado de diferentes orígenes del país y se evaluó su potencial como inmunógenos para su futuro uso en la formulación de una vacuna contra la garrapata *R. microplus*.

Con este pool de antígenos, se llevó a cabo una reciente experiencia en prueba de establo

realizada en las instalaciones del Laboratorio Oficial DILAVE “Miguel C. Rubino” del MGAP, donde de forma preliminar ha demostrado un resultado de eficacia muy promisorio.

## Diseño de la prueba

El trabajo se realizó con 12 bovinos Hereford, 6 testigos y 6 vacunados. La inmunización se llevó a cabo en el campo experimental perteneciente al MGAP ubicado en Aguas Blancas, Departamento de Lavalleja. Los animales son criados en condiciones especiales, sin contacto previo con garrapatas y sin haber recibido previamente ningún tratamiento con acción acaricida. Los inóculos se realizaron los días 0, 21 y 42. Durante esta etapa se mantuvieron sobre campo natural y se los suplemento con fardos de moha y ración balanceada. Posteriormente fueron trasladados a las instalaciones del DILAVE donde se ubicaron en boxes individuales. Los bovinos tuvieron un peso inicial promedio de 180 kg llegando a la etapa de boxes con un peso de 230 kg en promedio. A los 21 días después del último inóculo, cada bovino fue desafiado tres veces por semana durante 2 semanas, con 2.000 larvas en cada oportunidad, con la cepa Mozo de referencia susceptible, completando una infestación total de 12.000 larvas. Posteriormente se recolectaron las garrapatas caídas diariamente durante 21 días registrándose por box el número total de teleoginas recuperadas y su peso. Para estudiar la capacidad reproductiva se incubó en condiciones ideales una alícuota al azar de las teleoginas recolectadas donde se evaluó la masa de huevos y el porcentaje de eclosión. Los datos obtenidos se resumen en el cuadro 1.

Calculo para estimar la eficacia en vacuna contra la garrapata.

Cuadro 1. Promedio de los valores hallados de grupo testigo y grupo vacunado

Grupo	Nº Garrapatas	Peso de teleoginas (g)	Masa de Huevos (g)	Eclosión (%)
Testigo	1939	553	1.90	88
Vacunado	673	189	1.73	86.5

Se consideran 3 coeficientes para el cálculo de la eficacia comparando los resultados en los animales vacunados contra los del grupo testigo:

- Coeficiente de Reducción en la caída de Teleogina (CRT)
- Coeficiente de Reducción en la Ovipostura (CRO)
- Coeficiente de Reducción en la Eclosión (CRE)
- % Eficacia =  $100 \times [(1 - CRT * CRO * CRE)]$ .

Con los valores del cuadro 1 se obtuvieron los Coeficientes de Reducción.

Cuadro 2. Coeficiente de Reducción Grupo Vacunado/Grupo Testigo

CRT	CRO	CRE
0,34	0,91	0,98

Aplicando la fórmula utilizada para el cálculo de eficacia, esta vacuna que se encuentra actualmente en etapa experimental presentó un valor cercano a 70% de eficacia global con una fuerte acción en la disminución de garrapatas ingurgitadas (valor de CRT en cuadro 2).

En una segunda etapa se realizará el análisis estadístico de los resultados, así como el estudio de la respuesta serológica a los inóculos.

A la luz de estos resultados, se considera de suma importancia que se continúe con los estudios para tener a corto plazo un producto comercialmente disponible.

## Vacuna contra los hemoparásitos

La vacuna contra la tristeza parasitaria tiene mucha tradición de uso en determinados sectores productivos del país. A pesar de ello tiene poco impacto sobre en el número total de terneros que se producen anualmente. En el año 2021 el Departamento de Parasitología de



la DILAVE tuvo la mayor producción anual con 69.000 dosis de hemovacuna refrigerada.

Como herramienta biológica es de suma importancia, los animales vacunados tienen un riesgo muy bajo de contraer la enfermedad, esto evita las muertes en categoría de adulto y evita las pérdidas productivas por menor ganancia de peso (Solari *et al.*, 1991; Solari *et al.*, 2013), todo lo cual permite manejar un umbral de garrapatas más alto y realizar los tratamientos químicos de forma más espaciada.

A diferencia de lo que sucede con las poblaciones de hemoparásitos patógenas de campo, los parásitos atenuados de la vacuna no se transmiten del bovino a la garrapata (Gayo *et al.*, 2003).

### Perspectivas en el control de la garrapata

Con las herramientas químicas actualmente disponibles, las cuales ya tienen 30 años o más de registro y uso en nuestro país, es cada vez más difícil lograr buenos resultados de control, principalmente en predios donde la garrapata es multirresistente o con resistencia múltiple. Máxime que el desarrollo de nuevas moléculas químicas es de limitada posibilidad no solo por lo que destinan los Laboratorios en investigar nuevas alternativas que demuestren una alta eficacia como garrapaticida sino también por la dificultad que representa hoy en día tener resultados aceptados internacionalmente en referencia a los Límites Máximos de residuos permitidos en los alimentos de origen animal.

### Importancia del desarrollo de biológicos para el control de *R. microplus*

La vacuna recombinante contra la garrapata o el desarrollo de nuevos emprendimientos biológicos que demuestren un porcentaje de eficacia que logren un impacto científicamente comprobado en controlar al parásito tendrán una repercusión favorable a nivel predial y del país.

### A nivel predial

Abriría una gran posibilidad para el productor de controlar el parásito aplicando una verdadera planificación dentro de un Control Integrado, un objetivo largamente buscado.

Sin perder de vista los conceptos tradicionalmente desarrollados del Modelo Epidemiológico, el Tratamiento Generacional de la Garrapata, la utilización de Animales Centinela y el uso de la Hemovacuna (Cuore & Solari, 2022), la integración de esta nueva herramienta debería enmarcarse de acuerdo a las tres generaciones de garrapatas que se desarrollan en el país (Cardozo *et al.*, 1984).

El uso de una vacuna dentro de nuestro marco epidemiológico, se deberían hacer coincidir para que los animales tuviesen la mayor inmunidad a la salida del invierno, frenando el desarrollo de la primera generación y seis meses después coincidiendo con el inicio de la tercera generación, que se desarrolla principalmente desde fines del verano y durante los meses del otoño.

### A nivel país

Se vería ampliamente beneficiado al tener un mejor control de la parasitosis, producir alimentos de origen animal con menor incidencia de acaricidas químicos lo cual lleva a un menor riesgo frente a los mercados compradores y una menor contaminación Ambiental y en Salud Pública.

### Consideraciones

Se debe abordar la problemática de la garrapata y enfermedades asociadas con una planificación dentro de un programa CIP.

Es imperioso sumar alternativas no químicas de control que demuestren de forma científica, probada eficacia frente a *R. microplus*.

Existe la posibilidad a corto plazo de disponer de una vacuna comercial contra la garrapata.

pata.

Las nuevas alternativas de control deben estar enmarcadas dentro de la epidemiología descripta para Uruguay.

### Bibliografía.

Campos Pereira, M. & Labruna, M. 2008. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Chapter 3. In: Campos Pereira, M.; Labruna, M.; Szabó, M.; Klafke, G. (Eds.): *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* biología, controle e resistência. Medicina Veterinaria, São Paulo, 169p.

Cardozo, H.; Nari, A.; Franchi, M.; López, A. & Donatti, N. 1984. Estudios sobre la ecología de *Boophilus microplus* en tres áreas enzoótica del Uruguay. *Veterinaria* 20 (86/87)4-10.

Cardozo, H.; Nari, A.; Petraccia, C. & Solari, M. A. 1994. Utilización de un modelo epidemiológico conceptual para el control del *Boophilus microplus*. *Veterinaria*. Vol. 29 N° 121.

Cunha, R.; Perez de Leon, A.; Leite, F.; da Silva Pinto, L.; Gonçalves dos Santos Júnior, A.; Andreotti, R. 2012. Bovine immunoprotection against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* with recombinant Bm86-Campo Grande antigen. *Rev Bras Parasitol Vet* 21(3):254–262.

Cuore, U.; Gayo, V. & Solari, M. A. 2016. Monitoreo de las parasitosis a través de animales centinela. *Revista Opción Veterinaria*. Ed N° 4 Marzo - Abril. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/garrapata>

Cuore, U. & Solari, M. A. 2019. Control sustentable de parásitos en condiciones de silvopastoreo con énfasis en garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y hemoparásitos. Proyecto INIA - FPTA 338, Serie: FPTA N° 80. ISBN: 978-9974-38-428-6.

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacionAINFO-59961.aspx>

Cuore, U. & Solari, M. A. 2022. Manual prác-

tico para el control de la garrapata común del ganado y enfermedades asociadas. Impresión Grafica Mosca. Depósito legal 380.600

<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/garrapata>

De la Fuente, J.; Rodríguez, M.; Redondo, M.; Montero, C.; García-García, J.; Méndez, L.; Serrano, E.; Valdés, M.; Enríquez, A.; Canales, M.; Ramos, E.; Boué, O.; Machado, H.; Leonart, R.; de Armas, C.; Rey, S.; Rodríguez, J.; Artiles, M.; García, L. 1998. Field studies and cost-effectiveness analysis of vaccination with Gavac against the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vaccine*. Feb; 16(4):366-73.

[https://doi.org/10.1016/s0264-410x\(97\)00208-9](https://doi.org/10.1016/s0264-410x(97)00208-9). PMID: 9607057.

De la Fuente, J.; Rodríguez, M. & Garcia-Gari, J. 2000. Immunological control of ticks through vaccination with *Boophilus microplus* gut antigens. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 916(1), 617-621.

De la Fuente, J.; Almaza, C.; Canales, M.; Pérez, J.; Kocan, K.; & Willadsen, P. 2007. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle. *Animal Health Research Reviews* 8(1); 23–28. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001193>

Duval, D. & Hüe, T. 2022. Field efficacy assessment of a vaccine against *Rhipicephalus (Boophilus) australis* in New-Caledonia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* 29; 100702. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100702>.

FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO, Producción y Sanidad Animal, 157, 1 - 51. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y4813s/y4813s.pdf>

FAO. 2004. Resistance management and Integrated Parasite Control in ruminants. Guidelines. CD- ROM. Animal Production and

Health Division. FAO. Rome. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/AG014E/>

García-García, J.; Montero, C.; Redondo, M.; Vargas, M.; Canales, M.; Boueb, O.; Rodríguez, M y col. 2000. Control of ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antigen Bm95 isolated from the cattle tick, *Boophilus microplus*. *Vaccine*, 18: 2275 – 2287.

Gayo, V.; Romito, M.; Nel, L.; Solari, M. A. & Viljoen, G. 2003. PCR-based detection of the transovarial transmission of Uruguayan *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* vaccine strains, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 70:197-204.

Hüe, T.; Petermann, J.; Bonnefond, R.; Mermoud, I.; Rantoen, D. & Vuocolo, T. 2017. Experimental efficacy of a vaccine against *Rhipicephalus australis*. *Exp Appl Acarol*, 73:245–256.

<https://doi.org/10.1007/s10493-017-0184-0>.

Hüe, T.; Fontfreyde, C. 2019. Development of a new approach of pasture management to control *Rhipicephalus microplus* infestation. *Trop Anim Health Prod* 51, 1989–1995 <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01899-x>

Hüe, T.; Berger, A.; Wang, H. 2021. Integrated control of the cattle tick, *Rhipicephalus australis* (Acari: Ixodidae), in New Caledonia through the Pasture and Cattle Management method. *Parasitol Res* 120, 2749–2758 <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07235-3>

Jonsson, N. & Piper, E. 2007. Integrated control programs for ticks on cattle. ISBN 978-0-646-48137-1.

Nari, A.; Cardozo, H.; Berdié, J.; Canabez, F. & Bawden, R. 1979. Estudio preliminar sobre la ecología de *Boophilus microplus* en Uruguay. Ciclo no parasitario en un área considerada poco apta para su desarrollo. *Veterinaria*. 15: (69) 25-31.

Nari, A. & Solari, M. A. 1990. Desarrollo y utilización de vacuna contra *Boophilus microplus*, Babesiosis y Anaplasmosis, perspectiva actual en el Uruguay. XVIII Jornadas Uruguayas de Buiatria, Paysandú.

Nari, A. 2011. Towards sustainable parasite control practices in livestock production with emphasis in Latin America. *Veterinary Parasitology* 180(1-2):2-11. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.026>.

Pérez de León, A.; Mahan, S.; Messenger, M.; Ellis, D.; Varner, K.; Schwartz, A. & Miller, R. 2018. Public-private partnership enabled use of anti-tick vaccine for integrated cattle fever tick eradication in the USA. In *Pests and vector-borne diseases in the livestock industry* (pp. 783-784). Wageningen Academic Publishers.

[https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/978-90-8686-863-6\\_10](https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/978-90-8686-863-6_10)

Petraccia, C.; Nari, A. & Cardozo, H. 1988. Ensayos mediante tratamientos estratégicos contra *Boophilus microplus* con Flumetrina 1% *pour on* en el Uruguay. *Noticias Medico Veterinarias*, fasc.1: 18-22.

Solari, M. A.; Cardozo, H.; Nari, A. & Petraccia, C.L. 1991. Aspectos de la dinámica integral del *Boophilus microplus* y *Babesia sp.* en Uruguay. X Congreso Latinoamericano de Parasitología, Montevideo - Uruguay.

Solari, M.; Dutra, F.; Quintana, S. y Franchi, M. 2013. Epidemiología y control de hemo-parásitos (*Babesia* y *Anaplasma*) en Uruguay. In “Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y Productiva en Rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control” Coordinadores: Field César & Nari Armando. Editorial Hemisferio Sur. ISBN 978-9974-674- 36-3.

Sossai, S.; Peconick A.; Sales, P.; Marcelino, F.; Vargas, M.; Neves, E. & Patarroyo, J. 2005. Polymorphism of the Bm86 gene in Sou-



th American strains of the cattle tick *Boophilus microplus*. *Experimental and Applied Acarology*. 37(3–4):199–214.

Sutherst, R.; Dallwitz, M.; Utech, K. and Kerr, J. 1977. Aspects of Host Finding by the Cattle Tick, *Boophilus microplus*. *Aust. J. Zool.*, 25, 159-74.

Willadsen, P. 2009. Anti-tick vaccines. *Ticks Biology, Disease and Control*, pp. 424 – 446. Publisher: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511551802.020>

# Estrés Calórico en Ganado lechero. ¿Qué pasa en Uruguay?

*Inq. Agr. PhD. Alejandro La Manna<sup>1</sup> \* Inq. Agr. PhD. Pablo Chilibroste<sup>2</sup>*

1- INIA La Estanzuela

2- EEMAC.

\* alamanna@inia.org.uy

## Resumen

Uruguay se encuentra en una región que si bien no es de condiciones mayormente de estrés calórico severo este si lo es para afectar producción de leche, reproducción, inmunidad y bienestar de la vaca lechera entre otros. El acceso a sombra mejora la producción de leche: en vacas de alta producción (más de 30 kg/día) provoca aumentos de alrededor de 5,4 kg/día con respecto a las que no tienen acceso. En vacas de lactancia avanzada (más de 200 días post parto y 30 kg leche) las mejoras en producción son de alrededor de 2 kg/día. En vacas primíparas en lactancia temprana, el acceso a sombra provocó aumentos de 1,5 kg/día de leche corrida por sólidos. En vacas secas que tuvieron acceso a sombra durante el período seco, la mejora fue de 0,9 kg/día de leche corregida por sólidos en la siguiente lactancia y por último en vacas en lactancia avanzada, de más de 200 días de paridas y producciones cercanas a los 20 litros, la sombra no aumentó la producción, aunque disminuyó la pérdida de reservas corporales y mejoró el estatus inmunitario, con las consecuentes implicancias que esto podría tener en la lactancia futura de esos animales

## Summary

Uruguay is in a region that, although it does not have severe heat stress conditions, it does affect milk production, reproduction, immunity, and welfare of the dairy cow, among others. Access to shade improves milk production: in high production cows (more than 30 kg/day) it causes increases of about 5.4 kg/day with respect to those without access. In advanced lactation cows (more than 200 days post parturition and 30 kg) the improvements in production are

around 2 kg/day. In primiparous cows in early lactation, access to shade caused increases of 1.5 kg/day of milk run solids. In dry cows that had access to shade during the dry period, the improvement was 0.9 kg/day of milk corrected for solids in the following lactation and finally, in cows in advanced lactation, more than 200 days after calving and yields close to 20 liters, shade did not increase production. However, it decreased the loss of body reserves and improved the immune status, with the consequent implications that this could have on the future lactation of these animals.

## Introducción

El estrés térmico se define como la suma de fuerzas internas y externas que actúan sobre un animal para provocar un aumento de la temperatura corporal y provocar una respuesta fisiológica en este (Yousef, 1985). De esta manera el calor recibido y producido por el animal debe de ser igual al perdido en el ambiente y cuando esto no puede ocurrir el animal pierde su equilibrio térmico y entra en estrés calórico. El estrés calórico produce:

- Reducción en producción de leche,
- Reducción de grasa y proteína
- Reducción en consumo de materia seca,
- Menor performance reproductiva
- Reducción de la tasa de crecimiento en terneros
- Incremento en la incidencia de retención de placenta, metritis y laminitis

- Menor desarrollo del feto con un menor peso al nacimiento y menor producción en la lactancia futura cuando afecta a vacas durante el período seco
- Reduce la inmunidad,
- Reduce el tiempo de descanso
- Aumenta temperatura corporal
- Aumenta la tasa respiratoria.
- Aumenta la tasa de jadeo

En Uruguay cerca del 22% de la leche se produce en los meses de diciembre, enero y febrero (DIEA 2020), considerando estos como los meses de verano y en donde por lo general los eventos de estrés calórico ocurren con mayor frecuencia. En el país, las razas lecheras en mayor o menor medida sufren de estrés térmico en algún momento del verano, cuando la temperatura excede su rango óptimo (entre 4 y 18 °C). Sin embargo, no solo la temperatura del aire es responsable de la aparición de estrés térmico, sino que además se debe considerar la humedad relativa. Para esto se desarrolló el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) que combina ambos elementos. Tradicionalmente, se asume que a partir de un ITH de 72 la performance de vacas lecheras se ve afectada (Johnson et al., 1961). Sin embargo, en los últimos años se ha definido un ITH menor para vacas de alta producción y este es de 68 (Zimbelman et al., 2009). Además, diversos estudios presentan pruebas que las vacas de climas más templados pueden estar menos aclimatadas al calor que las vacas de climas tropicales, por lo que las pérdidas de producción que experimentan las vacas en los umbrales más bajos del ITH pueden ser mayores (Beede y Collier, 1986 y Hammami et al., 2013)

Unas de las estrategias posibles, que solas o combinadas permiten minimizar el efecto del estrés calórico (Beede y Collier, 1986) son:

- La modificación física del ambiente (som-

bra, mojado ventilación)

- Modificaciones en la dieta
- Biotipos

Para el caso de Uruguay la modificación del ambiente es la que nos brinda mayor respuesta y permite mejor atenuar el efecto del estrés calórico.

## ¿Qué pasa en Uruguay?

A nivel nacional se ha evaluado el efecto de acceso a sombra encontrando tanto resultados favorables en producción de leche (Padula y Rovira, 1999, Azanza y Machado, 1997) como no efecto en la misma (González, 2004, Saravia, 2009). Padula y Rovira (1999) observaron que el acceso a sombra no tuvo efecto en el contenido de sólidos (grasa y proteína) y el peso corporal. Sin embargo, Azanza y Machado (1997) encontraron efectos positivos en la composición de la leche (5% y 6% más de grasa y proteína para el tratamiento sombra) y en las respuestas fisiológicas de los animales con acceso a sombra (menor temperatura rectal y frecuencia respiratoria), pero sin efecto en peso corporal.

En el verano 2012/13 en INIA La Estanzuela se inició una serie de experimentos para determinar el uso de estructuras como sombra y el uso de mojado y ventilación en vacas en diferentes etapas de y niveles de producción.

### 1. Vacas de alta producción (Román et al, 2017)

El primero de ellos fue realizado en animales en dos etapas de lactancia contrastantes: temprana y tardía (10 y 201 días en lactancia al inicio del experimento). Fueron evaluadas diferentes medidas de mitigación del estrés calórico, en los siguientes tratamientos:

- SOL: sin acceso a medida de mitigación del estrés por calor.



## Disertantes

- SOM: con acceso a sombra artificial (09:00 a 5:00 horas).
- SAV: con acceso a sombra artificial (09:00 a 5:00 horas) asociado a dos sesiones de aspersión y ventilación en el corral de espera de 30 minutos de duración (9:00 y 4:30 horas).

La sombra consistió en redes plásticas negras (80% intercepción de la radiación solar, disponibilidad de 4,5 m<sup>2</sup>/vaca, orientada de este-oeste, altura de 3,5 m). Durante la sesión de aspersión y ventilación los animales eran continuamente ventilados a través de dos ventiladores colocados en la sala de espera del tambo, mientras que la aspersión fue realizada durante 2 minutos en dos momentos: al inicio y al minuto 15 de iniciada la sesión de aspersión y ventilación. La misma fue realizada a través de

aspersores de un caudal de 300 l/hora y permitían el completo mojado de los animales.

Durante el período en que se realizó el ensayo la temperatura del aire media fue de 22,6 ± 2,96 °C y la temperatura máxima y mínima de 28,3 ± 6,78 °C y 17,1 ± 3,07 °C, respectivamente. El ITH promedio para el periodo fue de 70,1 ± 4,46. A pesar de que el ITH promedio fue inferior al umbral crítico (72) se observó mayor frecuencia respiratoria y temperatura rectal en los animales del tratamiento SOL. Esto evidenciaría que los animales no son capaces de perder el calor ganado durante el día y muestran síntomas de estrés calórico, lo que afectó el desempeño productivo de los mismos. En el cuadro 1 se observa el efecto de las diferentes medidas de mitigación evaluadas (SAV, SOM y SOL) en las diferentes etapas de lactancia sobre la producción de leche corregida por sólidos

Cuadro 1. Variables productivas: producción de leche (PL), leche corregida por sólidos (LCS), contenido de grasa (G), proteína (P), lactosa (L) urea en leche (MUN) y producción de grasa (Gkg), proteína (Pkg) lactosa (Lackg) según ambiente (A; SAV, SOM, SOL) y según etapa de lactancia (EL; EL1: temprana y EL2: tardía).

		SAV	SOM	SOL	EEM	P-valor		
						A	EL	A×EL
PL	E1	30,7 a	28,9 ab	27,5 b	0,60	<0,0001	0,4190	0,0100
(L/a/d)	E2	30,1	28,6	29,6	0,60			
LCS	E1	31,1 a	31,7 a	26,0 b B	0,59			
(kg/a/d)	E2	32,9 a	32,4 a	30,8 b A	0,49	<0,0001	0,0006	<0,0001
	E1	3,88 a	3,91 a	3,56 b	0,038			
G (%)	E2	3,86 ab	3,76 b	3,90 a	0,080	0,0004	0,4133	<0,0001
G	E1	1,28 a	1,16 b	0,93 c B	0,020			
(kg/a/d)	E2	1,24 a	1,17 b	1,21 b A	0,017	<0,0001	0,0002	<0,0001
	E1	2,95 a B	2,76 b B	2,83 b B	0,03			
P (%)	E2	3,22 A	3,23 A	3,18 A	0,03	0,0008	<0,0001	0,0007
P	E1	0,92 a	0,91 a	0,77 b B	0,021			
(kg/a/d)	E2	0,97 a	0,92 ab	0,89 b A	0,018	<0,0001	0,0128	0,0345
	E1	4,90	4,85	4,88	0,025			
Lac (%)	E2	4,94	4,90	4,89	0,033	0,0586	0,1377	0,5601
Lac	E1	1,58 a	1,52 ab	1,36 b	0,048			
(kg/a/d)	E2	1,48	1,42	1,44	0,040	<0,0001	0,8125	0,036
MUN	E1	15,4 b	17,1 a	16,3 ab	0,36			
(mgN/dL)	E2	15,8	16,2	16,3	0,34	0,0205	0,5268	0,2030

Dentro de cada variable medias seguidas de letras minúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) en la fila (diferencias entre los ambientes). Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) en la columna (diferencias entre etapas de la lactancia).

dos (LCS) y producción de grasa y proteína en leche. Se observa una mayor sensibilidad de los animales en lactancia temprana al estrés calórico, los que presentaron un descenso de 5,4 kg/día de LCS, 0,28 kg/día de grasa y 0,12 kg/día de proteína en SOL respecto a animales en lactancia tardía en SOL. Además, los animales en lactancia temprana presentaron una mejor respuesta productiva a las medidas de mitigación evaluadas.

## 2. Vacas de primer parto (Bravo et al. en revisión)

Durante el verano 2013-2014 fue realizado un ensayo que evaluó el efecto de las medidas de mitigación antes planteadas (SOL, SOM y

Cuadro 2. Variables productivas: leche corregida por sólidos (LCS) y concentración y producción de grasa y proteína según medida de mitigación (SAV, SOM, SOL) (Román et al., 2017).

	SAV	SOM	SOL	Error Estándar
LCS (kg/a/d)	30,6 ab	31,5 a	29,9 b	0,35
Grasa (%)	4,00 a	4,03 a	3,98 a	0,047
Grasa (kg/a/d)	1,16 ab	1,21 a	1,13 b	0,018
Proteína (%)	2,94 a	2,97 a	2,98 a	0,028
Proteína (kg/a/d)	0,84 a	0,88 a	0,85 a	0,014

Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

Cuadro 3. Producción y composición de la leche de vacas Holstein en lactancia avanzada bajo diferentes medidas de mitigación del estrés por calor.

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>				Significancia <sup>2</sup>		
	CTL	SOM	SAV	EEM <sup>3</sup>	Trat	Fecha	Trat x Fecha
Producción de leche, kg/d	19,0	18,9	19,6	0,27	NS	*	NS
LCG 4%, kg/d <sup>4</sup>	19,4	19,2	19,4	0,26	NS	*	*
Grasa butirosa, %	4,14 <sup>AB</sup>	4,16 <sup>A</sup>	3,96 <sup>B</sup>	0,079	†	*	*
Grasa butirosa, kg/d	0,76	0,77	0,75	0,012	NS	*	*
Proteína, %	3,34	3,31	3,35	0,423	NS	*	NS
Proteína, kg/d	0,64 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,008	*	*	*
Lactosa, %	4,67 <sup>b</sup>	4,67 <sup>b</sup>	4,92 <sup>a</sup>	0,328	*	*	*
Lactosa, kg/d	0,88	0,87	0,96	0,227	NS	*	†
Urea, mg N/dl	19,87	19,23	19,29	0,491	NS	*	NS

1- Tratamientos: CTL = control; SOM = sombra; SAV = sombra + aspersión y ventilación.

2- Significancia del tratamiento, fecha e interacción tratamiento x fecha: NS,  $P > 0,05$ ; \*,  $P < 0,05$ ; †,  $P < 0,10$ .

3- Error estándar de la media.

4- Leche corregida por grasa al 4%.

Medias seguidas de letras distintas difieren. Letras mayúsculas indican tendencias ( $P < 0,10$ ) y minúsculas indican diferencias significativas con  $P < 0,05$ .

SAV) pero en animales de primera lactancia en lactancia temprana. Durante el período en que se realizó el ensayo la temperatura media fue de 23,5 °C, la temperatura máxima de 28,8 y la mínima de 18,6. El ITH promedio de 71,6, fue superior al del verano 2012-2013. Se observó un efecto positivo del acceso a sombra en la producción de leche corregida por sólidos y grasa, sin efectos en la concentración de grasa y proteína y producción de proteína en leche (cuadro 2).

## 3. Vacas de lactancia tardía con baja producción (Martínez et al., 2021)

En el verano del 2015 se llevó a cabo en la Unidad de lechería un ensayo probando el efecto de la sombra y la sombra combinada con 2 sesiones de aspersión y ventilación en vacas en lactancia avanzada (+ de 200 días en leche) y bajo nivel productivo (alrededor de 20 l/día). Durante el período experimental el ITH promedio fue de 69,8.

No hubo diferencias en leche corregida entre los tres tratamientos. En este experimento se estudió la expresión génica de PCK1, PDK4, HP, NFKB1, SOCS2 y HSPA1B. Sin embargo, se observó que vacas sin acceso a

sombra e incluso con acceso a sombra pero sin aspersión y ventilación presentaron mayores variaciones de peso, alteraciones en sus perfiles sanguíneos y en la expresión de algunos genes que indican que estaban sufriendo algún grado de estrés y activación del sistema inmune. Estas alteraciones indican falta de bienestar en los animales y pueden afectar negativamente la reproducción, la producción en la lactancia siguiente y la salud.

## 4. Vacas Próximas (Román et al, 2021)

Se ha observado que el estrés por calor en este período puede repercutir negativamente en la producción de leche y sólidos de la siguiente lactancia. Es por esta razón que en el verano 2013-2014 en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela fue realizado un trabajo evaluando el efecto del acceso a sombra artificial durante el periodo seco (60 días). El ambiente térmico para estos 60 días fue similar a los restantes ensayos con un el ITH de  $70,7 \pm 4,88$ , una temperatura media de  $22,7 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3,49$ . No se observó efecto del acceso a sombra artificial durante los últimos 60 días de gestación en ninguna de las variables al parto estudiadas: largo de gestación, condición corporal y peso vivo de la vaca al parto, peso de placenta, peso de cotiledones, peso del ternero, altura

de la cruz, altura de la cadera, largo de tronco, circunferencia torácica y ancho de cadera del ternero (cuadro 4). Esto mostraría que el acceso a sombra artificial no mejoró el desarrollo y crecimiento de la placenta ni el peso del ternero, ni el peso y condición corporal de la vaca alcanzada al parto.

Pero si mejoro la producción de leche en 0,9 kg de leche corregida por sólidos en la lactancia siguiente.

La sombra no modifica la temperatura del aire, pero si incide en reducir la incidencia directa del sol sobre el animal, pero a la vez reduce la temperatura de los pisos con los cuales los animales reciben menos calor y además tiene la posibilidad de echarse en la sombra con temperaturas de piso menor a la del animal.

## 5. Temperatura de diferentes superficies al sol o sombra (Román, L.C., La Manna, A., 2015)

El trabajo fue realizado desde 22 de enero al 25 de febrero de 2015, en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela, Uruguay. La temperatura del aire media (Tmed), máxima (Tmax) y mínima (Tmin) (medias  $\pm$ DE) junto con el Índice de Temperatura y Humedad (ITH; Thom,

Cuadro 4: Variables determinadas al parto

VARIABLES	SOL	SOM	EEM
Largo gestación (días)	280	283	2,40
Condición corporal	3,8	3,6	0,11
Peso Vivo Vaca (kg)	612	601	12,1
Peso placenta (kg)	5,60	5,50	0,82
Número cotiledones	106	114	13,1
Peso cotiledones (kg)	2,33	2,28	0,29
Peso ternero (kg)	45,1	45,2	2,11
Eficiencia placentaria (kg/kg)*	8,30	8,70	1,09
<b>Ternero:</b>			
Altura a la cruz (cm)	76,5	77,6	1,33
Altura cadera (cm)	80,9	82,9	1,57
Largo de tronco (cm)	55,6	55,8	4,25
Circunferencia torácica (cm)	85,4	83,9	1,65
Ancho de cadera (cm)	18,2	19,6	1,08

SOL = sin acceso a sombra artificial; SOM = con acceso a sombra artificial. \*Eficiencia Placentaria = kg ternero/kg placenta.

1959) (media  $\pm$ DE), calculado a partir de los registros diarios de temperatura y humedad del aire de la estación meteorológica de La Estanzuela (sensor: HMP45C, Campbell Scientific, Inc.) fueron utilizados para caracterizar el ambiente térmico.

Se evaluó la temperatura de diferentes superficies al sol y sombra en 10 oportunidades. Las superficies evaluadas fueron: planchada de la sala de espera (Sol y sombra (chapa; 4,5 m de altura, caucho negro (Animal Inc. Canada) (sol y sombra (chapa, 3 m de altura), planchada de corrales (sol, 2 niveles de heces (bajo y alto)), tierra (sol), y la temperatura de la cobertura vegetal a nivel del suelo de las sombras (nylon (240 micrones tricapa, blanco en la parte superior y negro en la inferior, Pacifil SA, 4,5 m de altura), y red plástica (negra, 80% intercepción de la radiación solar, 4,5 m de altura). Las temperaturas fueron registradas uti-

lizado un termómetro manual infrarrojo (CONTROL COMPANY; Traceable, Texas, USA) a las 13:00 horas.

En la figura 1 se pueden ver las temperaturas alcanzadas por la radiación directa sobre diferentes superficies.

A pesar de que la sombra disminuye la acumulación de calor producido por la radiación solar, no disminuye la temperatura ni la humedad relativa del aire, por lo que en algunos casos es necesario enfriamiento adicional. Para ello, la aspersión y ventilación puede ser alternativas muy útiles.

## Conclusiones

A pesar de que Uruguay no está en una zona de estrés calórico severo si tiene durante el verano condiciones de estrés suficiente para determinar efectos negativos en las vacas tanto en producción como en metabolismo, salud y bienestar de estas. La sombra además de reducir la incidencia directa de la radiación sobre el animal reduce la temperatura del piso mejorando el confort. El uso de sombras asociadas o no a otras formas de mitigación (mojado y aspersión) mejora la producción de leche, la inmunidad y el bienestar del ganado en Uruguay.

Cuadro 5: Efecto del acceso a sombra sobre las variables productivas (media  $\pm$  EEM)

	SOM	SOL	EEM
LCS (kg)	30,4 a	29,5 b	0,31
Grasa (%)	3,75	3,73	0,103
Grasa (kg)	1,48a	1,43b	0,040
Proteína (%)	3,14	3,15	0,041
Proteína (kg)	1,12a	1,03b	0,015

SOM = sombra; SOL = sol; Trat = tratamiento; (LCS (kg) = (12.3 (grasa) + 6.56 (solidos no grasos) - 0.0752 (producción de leche) Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

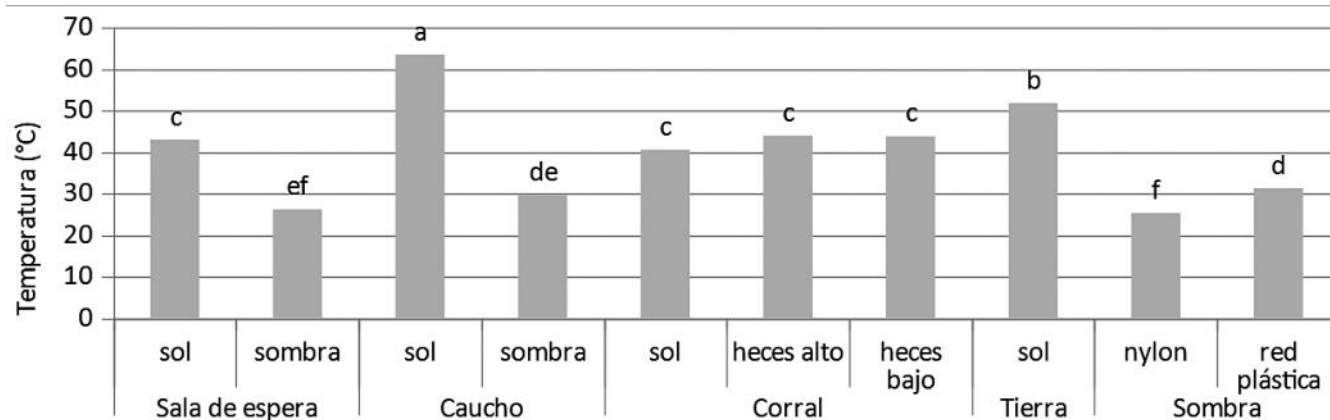


Figura 1: Temperaturas (media  $\pm$  EEM; °C) según tipo de superficie al sol o a la sombra. Medias seguidas de letras distintas muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).



## Bibliografía

Azanza J, Machado E. 1997. Efecto de la disponibilidad de sombra en verano en vacas lecheras con distintos niveles de producción. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 120 p.

Beede DK, Collier RJ. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*. 62: 543-554.

González VF. 2004. Estrategias de manejo para mejorar la producción de sólidos totales en leche de vacas Holando en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.

Hammami, H., J. Bormann, N. M'hamdi, H. H. Montaldo, and N. Gengler. 2013. Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *J. Dairy Sci*. 96:1844–1855.

Martinez, R. Palladino, R.A., Banchemo, G., Fernández-Martín, R., Nanni, M., Juliano, N. Iorio, J. and La Manna, A. 2021. Providing heat-stress abatement to late-lactation Holstein cows affects hormones, metabolite blood profiles, and hepatic gene expression but not productive responses. *Applied Animal Science* 37:490-503

Johnson HD, Kibler HH, Ragsdale AC, Berry IL, Shanklin MD. 1961. Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *Journal of Dairy Science*. 44: 1191-1123

Padula GD, Rovira R. 1999. Efecto de la suplementación con un estimulante comercial de la fisiología digestiva ruminal (BOSPRO®) y de la sombra, sobre el rendimiento de leche y sólidos con valor comercial, el recuento de células somáticas y la variación del peso vivo, condición corporal en vacas lecheras en el último tercio de la lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81p.

Román, L., Morales-Piñeyrua J.T. Banchemo, G. and A. La Manna. 2021. Access to shade during the dry period improves the performance of multiparous Holstein cows

*Anim. Prod. Sci*. 61:1706-1714.

Román, L., C. Saravia, L. Astigarraga, O. Bentancur, and A. La Manna. 2017. Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Anim. Prod. Sci*. 59:347–358.

Román, L., and A. La Manna. 2015. Temperaturas de diferentes superficies a sol y sombra. *Revista Argentina de Producción Animal* 35 Supl 1.

Saravia C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.

Yousef, M. K. 1985. *Stress Physiology in Livestock*. Vol. 1. CRC Press,

Boca Raton, FL.

Zimbelman RB, Rhoads RP, Baumgard LH, Collier RJ. 2009. Revised temperature humidity index (THI) for high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: E-Suppl. 1-347.

# Estrés calórico en vacas lecheras: principios básicos y aplicación práctica

*Alejandro Palladino<sup>1,2,3</sup> y Fernando Barqo<sup>1,3,4</sup>*

1- Fundación Instituto de la Leche (FIL);

2- Conicet, Argentina;

3- Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ);

4- Escuela Graduados, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (EPG - FAUBA)

## INTRODUCCION

El ganado vacuno, así como otros mamíferos y aves, son homeotermos. Estos poseen la capacidad de mantener su temperatura interna constante dentro de ciertos límites independientemente de la temperatura ambiental. Dichos límites determinan la Zona Termoneutral en la cual la productividad es máxima (Johnson et al. 1987). Fuera de esos límites los animales presentan cierto grado de estrés dependiendo de la intensidad de los factores que lo generan. Se puede definir al estrés como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas. En general, el ganado lechero es más sensible al estrés por calor y más resistente al estrés por frío (Collier et al. 1982).

El estrés calórico resulta de la incapacidad de los animales para disipar suficiente calor hacia el ambiente y así mantener la homeotermia (Valtorta et al. 2002). El estrés calórico afecta directa e indirectamente el consumo de alimento, la temperatura corporal del animal, los requerimientos de mantenimiento, procesos metabólicos, la eficiencia de conversión de alimento a leche, la producción de leche, la performance reproductiva, el estado sanitario y el comportamiento y bienestar animal (Thatcher, 1974, Cook et al. 2007, Tucker et al. 2007, Rhoads et al. 2009)

## ESTRÉS CALORICO Y SU IMPACTO EN VACAS LECHERAS

### Estrés calórico e índice de temperatura y humedad (ITH)

La temperatura no es el único parámetro meteorológico que afecta la intensidad del estrés calórico. El índice de temperatura y humedad (ITH; Thom, 1958) se ha utilizado ampliamente como indicador del grado de estrés calórico sufrido por un animal. Este involucra no solo a la temperatura ambiente, sino también la humedad relativa. Su ecuación es la siguiente:

$$ITH = (1.8 T_a + 32) - (0.55 - 0.55hr) \times (1.8 T_d - 26)$$

Donde:

- $T_a$  es la temperatura del aire
- $T_d$  es la temperatura del punto de rocío
- $hr$  es la humedad relativa expresada en forma decimal

El valor del ITH considerado como límite entre situaciones de confort y de estrés ha variado a lo largo de los años desde 72 en vacas produciendo 10 litros de leche por día (Whittier, 1993; Armstrong, 1994) a 68 en vacas de alta producción actuales (Zimbelman et al. 2009).

### Estrés calórico y producción de leche

El estrés calórico afecta de dos maneras a las vacas lecheras, por un lado, en la reducción del consumo de alimento, y por el otro en una disminución en la eficiencia de conversión

de alimento a leche. Esta última se da por un incremento en los requerimientos de mantenimiento debido a la activación de procesos termoregulatorios para mantener la homeotermia. Esta energía extra utilizada para la termorregulación contrarresta otros procesos fisiológicos como la producción de leche (Buffington et al. 1983). Las principales vías de disipación del calor del animal en climas calurosos y húmedos son el jadeo y la transpiración, conocidas como enfriamiento evaporativo. En condiciones de excesiva temperatura ambiente y humedad relativa, estas vías se ven reducidas, y la vaca lechera ingresa en un estado de estrés calórico, donde no puede disipar el calor corporal, aumentando su temperatura corporal y ritmo respiratorio. Esto provoca un mayor costo energético, incrementando los requerimientos diarios de mantenimiento del animal entre un 7 a un 25% (NRC, 1981). Las vacas en estrés calórico sufren un balance energético negativo (NEBAL por sus siglas en inglés) ya que el consumo de alimento no cubre las necesidades energéticas de mantenimiento ni de lactación. La disminución del consumo de alimento explica solo un 36% de la disminución de producción de leche, la cual puede caer hasta un 35-40% con respecto a la situación de no estrés. Spiers et al. (2004) demostraron que la reducción del consumo de alimento se da 1 día después de comenzado el estado de estrés calórico, mientras que la disminución en la producción de leche 2 días posteriores. Por su parte, Collier et al. (1981) demostraron que la mayor caída se da luego de 48 horas de iniciado el estado de estrés calórico.

Por otra parte, cambios en el metabolismo postabsortivo y la partición de nutrientes explicarían el resto de la disminución de leche (Rhoads et al., 2009). Entre los cambios fisiológicos más importantes durante la situación de estrés se puede mencionar un aumento en el uso de la glucosa (principal precursor de la lactosa de la leche en glándula mamaria) por parte de los tejidos periféricos, como consecuencia de un aumento en los niveles de insulina y la sensibilidad a la misma (Martínez et al. 2021; Baumgard and Rhoads, 2013). La adaptación

ha llevado a la vaca lechera a minimizar la producción de calor metabólico y maximizar la disipación de calor. Esto lleva a una disminución de la producción de leche y a una mayor necesidad de energía y nutrientes para lograr la termoneutralidad, con el consiguiente aumento de los requerimientos de mantenimiento.

En condiciones de termoneutralidad, las vacas experimentando NEBAL incrementan la tasa de lipólisis, aumentando los niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA por sus siglas en inglés) en plasma, mientras que la glucosa es utilizada en gran medida por la glándula mamaria para la síntesis de leche. Por otro lado, las vacas experimentando situaciones de estrés calórico, tienen menores niveles de NEFA en plasma y mayores tasas de utilización de la glucosa en tejidos periféricos, no así en la síntesis de leche en la glándula mamaria (Rhoads et al. 2009). Durante episodios de estrés calórico se afecta la secreción de la hormona de crecimiento somatotropina (GH por su sigla en inglés), lo cual provoca menores tasas de crecimiento y afecta negativamente la performance productiva de las vacas lecheras (Mitra et al. 1972).

### **Estrés calórico y eficiencia de la producción**

Cuando las vacas se encuentran en estado de estrés calórico, hay una mayor utilización de energía para mantenimiento celular, lo cual provoca un exceso de calor metabólico. Por lo tanto, es fundamental que haya un intercambio de calor desde el animal hacia el ambiente que lo rodea para mantener una óptima temperatura corporal (Kadzere et al. 2002). Una relación inversa se ha observado entre diferentes hormonas metabólicas como tiroide, somatotropina y prolactina (Mitra et al. 1972, Johnson et al. 1988, Lu 1989, Collier et al. 2006). Estas hormonas son las responsables de un mayor uso de energía para el mantenimiento celular y producción de calor metabólico, una menor motilidad intestinal y un menor flujo sanguíneo hacia el sistema digestivo (Hales et al. 1984, Johnson et al. 1988). La disminución en la motilidad intestinal provoca menores tasas de pa-

saje, con el consiguiente menor consumo de alimento. West (2003) reportó una disminución de 0.85 kg de materia seca por cada 1 °C de incremento en la temperatura ambiente por encima de la zona termoneutral del bovino lechero.

Los mecanismos fisiológicos que mejoran la disipación del calor llevan a mayores requerimientos de mantenimiento debido a una mayor utilización de nutrientes. Los ejemplos más claros son: aumento de la respiración, sudoración, ritmo cardíaco y salivación (Atrian and Shahryar, 2012). Esto incrementa la pérdida de fluidos corporales con la consiguiente deshidratación y pérdida de la homeostasis sanguínea (Collier et al. 2006). Por su parte, la respiración, por ejemplo, disipa un 15% del total del calor metabólico generado por el animal (McDowell et al. 1976) y cuanto mayor es la misma (jadeo), mayor es la disipación de calor.

### **Estrés calórico y salud animal**

El principal efecto del estrés calórico sobre la salud animal es el aumento de la incidencia de laminitis (Cook et al. 2007). También se han reportado aumentos de la incidencia de mastitis (Dohoo and Meek, 1982, Elvinger et al. 1991) y problemas reproductivos asociados a los meses de verano (Collins and Weiner, 1968, Silanikove, 2000, Kadzere et al. 2002). El estrés calórico modifica el comportamiento animal, las vacas lecheras buscan sombra y lugares frescos (Tucker et al. 2007). Para maximizar la pérdida de calor corporal, las vacas tienden a pasar más tiempo paradas para incrementar la superficie corporal para disipación del calor (Igono et al. 1987, Anderson et al. 2012, Smith et al. 2012). Debido a esto, durante episodios de estrés calórico se incrementa la probabilidad de ocurrencia de laminitis, principalmente cuando los animales permanecen parados más de 45% del día (Galindo and Broom, 2000). También durante el verano se incrementa el score de locomoción (Cook et al., 2007). También se ha reportado una correlación negativa entre el tiempo que las vacas permanecen echadas y la incidencia de laminitis, y el tiempo que permanecen echadas y el ITH (Leonard et

al. 1996, Privolo and Riva, 2009). Esto sugiere que las vacas expuestas a elevados valores de ITH pasan mayor tiempo paradas para poder disipar mayor calor corporal, pero con el consiguiente aumento del riesgo de sufrir laminitis. También se ha reportado que una disminución en el tiempo de echado reduce la producción de leche (Bach et al. 2008, Grant, 2007). Por cada hora que se reduce el tiempo de echada, la producción de leche disminuye 1.7 kg/díapor vaca.

Otro cambio usual de comportamiento es la frecuencia y duración de las comidas durante periodos de estrés calórico. Usualmente los animales bajo condiciones adversas realizan menos visitas al comedero pero de mayor duración. Este comportamiento puede aumentar la posibilidad de sufrir eventos de acidosis, lo cual aumenta potencialmente la presencia de casos de laminitis en los rodeos estresados. Una práctica común es ofrecer a los animales una dieta “fría” con mayor concentración energética para mejorar el balance energético negativo producto de la reducción del consumo de materia seca. El principio conceptual de la “dieta fría” se basa en que tienen menor proporción de fibra, lo cual disminuye el calor de fermentación. Sin embargo, el cambio de comportamiento de consumo expone a los animales a un mayor riesgo de acidosis ruminal e intestinal. Menores niveles de pH reducen la motilidad del tracto digestivo, incluido el rumen, lo cual asociado a un aumento de bacterias productoras de lactato y una disminución de bacterias fibrolíticas generan un cuadro complejo para el animal (Kim et al. 2022). Estos efectos negativos se trasladan al intestino, donde debido a una carga mayor de almidón y otros productos de alta fermentabilidad se produce un aumento indeseado de la acidez, modificando el microbioma intestinal y aumentando el daño sobre las paredes del intestino, todo esto sumado a un estado de anoxia por parte de las células epiteliales como consecuencia del aumento de irrigación sanguínea hacia la periferia corporal (Koch et al. 2019). Este efecto conocido como “leakygut” despierta una respuesta inmune y aumenta el grado de inflamación a nivel intesti-



nal, lo cual genera a su vez un aumento en los requerimientos debido al consumo de glucosa por parte de las células del sistema inmune (Kvidera et al. 2017). Se cree que en parte el aumento de insulina y el ahorro de glucosa por parte de la glándula mamaria son en definitiva disparados por esta disrupción del epitelio intestinal durante el estrés calórico. Otro cambio sufrido en el metabolismo es a nivel del microbioma intestinal. Chen et al. (2018) encontraron que vacas lecheras bajo estrés calórico presentaron menores índices de diversidad, lo cual se correlacionó negativamente con los niveles de cortisol en leche de estos animales (a mayor diversidad del microbioma intestinal menor nivel de cortisol en leche). Además, el análisis de rutas metabólicas (KGEE pathway-analyses) del microbioma expresado por vacas bajo estrés calórico mostraron un aumento de rutas relacionadas con la presencia de enfermedades.

### CONCLUSIONES

Las vacas lecheras generan un abanico importante de respuestas comportamentales y fisiológicas para disminuir el impacto del estrés calórico. Principalmente reducen el consumo de materia seca como respuesta inicial, pero esto solo explica un porcentaje menor de la disminución de la respuesta productiva. Los cambios en el metabolismo de los carbohidratos son en gran medida los responsables de los cambios productivos.

La evidencia actual y el conocimiento de la respuesta fisiológica de los animales al estrés calórico establecen que las dietas frías son potencialmente riesgosas para el animal y que consecuentemente, una reducción de los niveles de almidón en la dieta y un aumento de la digestibilidad de la fibra pueden considerarse como una estrategia válida para disminuir el impacto del calor en vacas lecheras de alta producción.

### REFERENCIAS

- Anderson, S. D., B. J. Bradford, J. P. Harner, C. B. Tucker, C. Y. Choi, J. D. Allen, L. W. Hall, S. Rungruang, E. Rajapaksha, R. J. Collier, and J. F. Smith. 2012. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and resting behavior of lactating dairy cows in a semi-arid climate. *J. Dairy Sci.*
- Armstrong, D., 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science* 77:2044-2050.
- Atrian, P., and H. A. Shahryar. 2012. Heat stress in dairy cows (a review). *Res. in Zoology.* 2:31-37.
- Bach, A., N. Valls, A. Solans, and T. Torrent. 2008. Associations between non-dietary factors and dairy herd performance. *J. Dairy Sci.* 91:3259-3267.
- Baumgard, L.H., and Rhoads, R.P. (2013) Effects of heat stress on postabsorptive
- Buffington, D. E., R. J. Collier, and G. H. Canton. 1983. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 26:1798:1803.
- Chen, S., J. Wang, DPeng, GLi, J Chen and X. Gu. 2018. Exposure to heat-stress environment affects the physiology, circulation levels of cytokines, and microbiome in dairy cows. *Sci. Reports* 8:14606. DOI:10.1038/s41598-018-32886-1
- Collier, R. J., D. K. Beede, W. W. Thatcher, L. A. Israel, and C. J. Wilcox. 1982. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2213-2227.
- Collier, R. J., G. E. Dahl, and M. J. VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:1244-1253.

Collier, R. J., R. M. Eley, A. K. Sharma, R. M. Pereira, and D. E. Buffington. 1981. Shademanagement in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 64:844-849.

Collins, K. H., and H. S. Weiner. 1968. Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperature. *Physiol. Rev.* 48:785-794.

Cook, N. B., R. L. Mentink, T. B. Bennett, and K. Burgi. 2007. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1674-1682.

Dohoo, I. R., and A. H. Meek. 1982. Somatic cell counts in bovine milk. *Can. Vet. J.* 23:119-125.

Duncan, I. J. H., Fraser, D., 1997. Understanding animal welfare. *Animal Welfare*, M.C. Appleby, y B.O. Hughes, eds., CABIPublishing, Wallingfor, pp. 19–31.

Elvinger, F., P. J. Hansen, and R. P. Natzke. 1991. Modulation of function of bovine

Galindo, F., Broom, D., 2002. Effects of lameness of dairy cows. *J ApplAnimWelfSci*:193-201.

Grant, R. 2007. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. Pages 225- 236 in *Proc. Western Dairy Management Conf.*, Reno, NV.

Hales, J. R. S., A. W. Bell, A. A. Fawcett, and R. B. King. 1984. Redistribution of cardiac output and skin AVA activity in sheep during exercise and heat stress. *J. Therm. Biol.* 9:113-116.

Igono, M. O., H. D. Johnson, B. J. Steevens, G. F. Krause, and M. D. Shanklin. 1987. Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *J. Dairy Sci.* 88:2454-2461.

Johnson, H. D., P. S. Katti, L. Hahn, and M. D. Shanklin. 1988. Short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. In: *Research Bulltetin No. 1061*. University of Missouri, Columbia.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., and Maltz, E. (2002) Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Productio Science* 77, 59–91.

Kim, S.H., S. Ramos, R. Valencia, Y. Cho, and S.S. Lee. 2022. Heat Stress: Effects on Rumen Microbes and Host Physiology, and Strategies to Alleviate the Negative Impacts on Lactating Dairy Cows. *Front. Microbiol.*, 28 February 2022. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.804562>

Koch, F., Thom, U., and E. Albrecht. 2019. Heat stress directly impairs gut integrity and recruits distinct immune cell populations into de bovine intestine. *PNAS.* 116(21)10333-10338.

Kvidera, S., E.A. Horst., M. Abuajamieh, E.J. Mayorga, M.V. Sanz Fernandez, and L.H. Baumgard. 2017. Glucose requeriments of an activated immune system in lactating Holstein cows. *J.Dairy Sci.* 100:2360–2374

Leonard, F. C., J. M. O'Connell, and K. J. O'Farrell. 1996. Effect of different housing conditions on behavior and foot lesions in Friesian heifers. *Veterin. Rec.* 134:490-494.

Lu, C. D. 1989. Effect of heat stress on goat production. *Small Rumin. Res.* 2:151-162.

Martinez, R. Palladino, R.A., G. Banchemo, R. Fernandez-Martin, M. Nanni, N. Juliano, J. Iorio, and A. La Manna. 2021. Providing heat-stress abatement to late-lactation Holstein cows affects hormones, metabolit blood profiles, and hepatic gene expression but not productive responses. *Applied Anim. Sci.* 37-490-503.

McDowell, R. E., N. W. Hooven, and J. K. Camoens. 1976. Effects of climate on perfor-

mance of Holsteins in first lactation. *J. Dairy Sci.* 59:965-973.

Mitra, R. G., G. I. Christison, and H. D. Johnson. 1972. Effect of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. *J. Anim. Sci.* 34:776-779.

NRC, 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academic, Washington, DC, pp 75-84.

Privolo, G., and E. Riva. 2009. One year study of lying and standing behaviour of dairy cows in a freestall barn in Italy. *J. Ag. Eng.* 2:27-33.

Rhoads, M. L., R. P. Rhoads, J. J. VanBaale, R. J. Collier, S. R. Sanders, W. J. Weber, B. A. Crooker, and L. H. Baumgard. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *J. Dairy Sci.* 92:1986-1997.

Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Prod. Sci.* 67:1-18.

Smith, J. F., B. J. Bradford, J. P. Harner, K. Ito, M. von Keyserlingk, C. R. Mullins, J. C. Potts, J. D. Allen, and M. W. Overton. 2012. Effect of cross ventilation with or without evaporative pads on core body temperature and resting time of lactating cows. *J. Dairy Sci.*

Spiers, D. E., J. N. Spain, J. D. Sampson, and R. P. Rhoads, 2004. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J. Therm. Biol.* 29:759-764.

stress on mammary blood flow and other physiological measurements in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 73, 325-332.

Thatchet, W. W. 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. *J. DairySci.* 57:360-368.

Thom, E.C. 1958. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.

Tucker, C. B., A. R. Rogers, and K. E. Shutz. 2007. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109:141-154.

Valtorta, S. E., Gallardo, M. R., 2003. Evaporative cooling for Holstein Dairy cows under grazing conditions. *Journal Biometeorology* (2004) 48:213-217.

West, J.W., 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86, 2131-2144.

Whittier, J. C. 1993. Hot weather livestock stress. *Univ. Missouri. Ext. Bull.* G2099. Mt. Vernon.

Zimbelman, R. B., R. P. Rhoads, M. L. Rhoads, G. C. Duff, L. H. Baumgard, and R. J. Collier. 2009. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe temperature humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proceedings of the 24th Southwest Nutrition and Management conference, Tempe, AZ.* pp. 158-168.

# Sistemas Silvopastoriles en Uruguay

*Carolina Viñoles Gil<sup>1</sup>, Jean K. Fedrigo<sup>1</sup>, Valentina Benítez<sup>1</sup>, Rodrigo Santa Cruz<sup>1</sup>,*

*Francisco Báez<sup>2</sup>*

1- Polo Agroforestal, Casa de la Universidad de Cerro Largo,  
Centro Universitario Regional Noreste, Universidad de la República  
2- Instituto Superior de la Carne, Centro Universitario de Tacuarembó,  
Centro Universitario Regional Noreste, Universidad de la República

## Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una modalidad de sistemas agroforestales que permiten diversificar el ingreso y preservar el ambiente y el ecosistema. Los mismos se diferencian de plantaciones forestales convencionales porque integran en bajas densidades al componente arbóreo a la producción ganadera, mejorando los servicios brindados por el campo natural. Los SSP comienzan tímidamente a instalarse en Uruguay junto con la expansión forestal de los años 90, retomando impulso en 2005 y consolidándose a partir de 2011. Las mayores limitantes para la difusión y adopción de los SSP identificadas inicialmente están siendo superadas, dando lugar a la creación de plataformas de docencia, investigación y extensión. La generación de conocimiento en situaciones planificadas para explotar las sinergias entre los distintos componentes empieza a consolidarse y los primeros resultados permiten ubicar a Uruguay en un punto de destaque en la temática. La creación de redes interinstitucionales estratégicas para diseñar experimentos de largo plazo, permitirá una mejor comprensión de las interacciones bióticas y abióticas de los SSP y su posicionamiento como sistemas ganaderos sostenibles.

## Introducción

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una modalidad de sistemas agroforestales que permiten diversificar el ingreso y preservar el ambiente y el ecosistema (FAO, 2010). Los mismos se diferencian de plantaciones forestales convencionales (1200 plantas/ha) porque tiene la propuesta de integrar el componente arbóreo a la producción ganadera existente, por medio de diseños y densidades de plan-

tación (150-450 plantas/ha) establecidos para mejorar los servicios brindados por el campo natural. Su concepción en el caso de Uruguay es la de incorporar la producción de madera sin desplazar la producción de carne, promoviendo mejoras en el confort térmico animal, optimización económica y beneficios ambientales. Estos sistemas combinan la forestación con el pastoreo, en base al equilibrio de la explotación de los recursos naturales por parte de los tres componentes productivos del sistema: el árbol, la pastura y el rumiante (Peri et al., 2016). El componente forestal de éstos sistemas intercepta la luz, provocando importantes cambios microclimáticos que afectan a los componentes forrajero y animal (Fedrigo et al., 2018). El campo natural integrado al componente arbóreo presenta modificaciones estructurales, taxonómicas y químicas. En el componente animal, se observan beneficios en el bienestar ante situaciones climáticas extremas (invierno y verano; (Fedrigo et al., 2019)). Estos beneficios pueden ser explicados por una mejora en la calidad del forraje disponible o por un menor gasto energético que realiza el animal para mantener su temperatura corporal, y redundaría en una mayor tasa de ganancia y peso vivo de los animales, con importantes repercusiones en la productividad futura de los mismos (Fedrigo et al., 2019).

El interés nacional por los sistemas integrados ganadería-agricultura-forestación se visualiza en la década de los 90, a través del trabajo titulado "Diagnóstico de sistemas agroforestales del Uruguay" (Torres et al., 1995) y la generación de conocimiento en la temática (Olmos et al., 2011). Los SSP comienzan tímidamente a instalarse en Uruguay junto con la expansión forestal de los años 90, retomando impulso en 2005 y consolidándose a partir de 2011. Esta



evolución se asocia a la creación de planes de integración foresto-ganaderos que llevaron a cabo la Dirección Forestal y el Programa Ganadero del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, promovidos por modificaciones en la ley forestal (ley N° 15939) y su normativa (Sancho et al., 2021). En el año 2013, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria prioriza los SSP, otorgando el Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria a investigadoras de la Universidad de la República (Bussoni et al., 2019; Huertas et al., 2020) que comienza a generar conocimiento y formar recursos humanos en ésta temática. En el año 2016, comienza a funcionar el Polo de Desarrollo Universitario “Centro de Salud Reproductiva de Rumiantes en Sistemas Agroforestales” o “Polo Agroforestal”, que se enfoca en la docencia, investigación y extensión en SSP. A partir de 2017, el Polo Agroforestal organiza los Seminarios en Sistemas Silvopastoriles en forma bienal, que convocan a productores, técnicos, investigadores y estudiantes vinculados a la temática en el país y la región, publicando las memorias en la Revista Integración Ganadería Forestación (Viñoles et al., 2021, 2019, 2017). Estos seminarios permitieron acercar a los diferentes actores que trabajan en la temática, y comenzar a transitar un camino común, que dio origen a la fundación de la Sociedad Uruguaya de Silvopastoreo en noviembre del 2021 (SUSilvo).

Un trabajo reciente ejecutado por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, el Ministerio del Ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environmental Facility) permitió conocer las características de los SSP existentes en Uruguay (Sancho et al., 2021). La consultoría realizada por el Ing. Agr. Luis Sancho, se enmarcó en un proyecto de creación de capacidades institucionales y técnicas para aumentar la transparencia en la comunicación de las medidas que tomará Uruguay para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. Dentro de la contribución determinada a nivel nacional de

Uruguay, se ha incluido como objetivo de mitigación condicional, aumentar en 25% la superficie de plantaciones forestales con destino a sombra y abrigo, incluyendo los SSP. Sin embargo, cuando se comienza a elaborar el sistema de medición, reporte y verificación de los diferentes objetivos de Uruguay, se diagnostica la inexistencia de una definición única y consensuada de SSP, que permita su mapeo y cuantificación. Como producto de éste trabajo, se define a los SSP como la “integración deliberada y a largo plazo de árboles, ganado y pasturas, que interactúan en forma armónica, propendiendo a la sinergia de sus componentes, con el objetivo de maximizar la producción del sistema, en forma sostenible” A partir de esa definición, se diagnosticó la existencia de 3 zonas de SSP en Uruguay: la zona sur-sureste (5.066,25 ha), la zona centro-sur (976,34 ha) y la zona norte (349,98 ha), totalizando 6.393,57 ha (Figura 1). Las especies utilizadas son del género *Eucalyptus*, predominando el *Eucalyptus globulus* en la zona sur-sureste y *Eucalyptus grandis* en la zona norte. Esta área comprende 39 casos que ocupan el 0,4% de la superficie productiva del país (Sancho et al., 2021).

En el presente, es incorrecto referirse a que el conocimiento en sistemas silvopas-

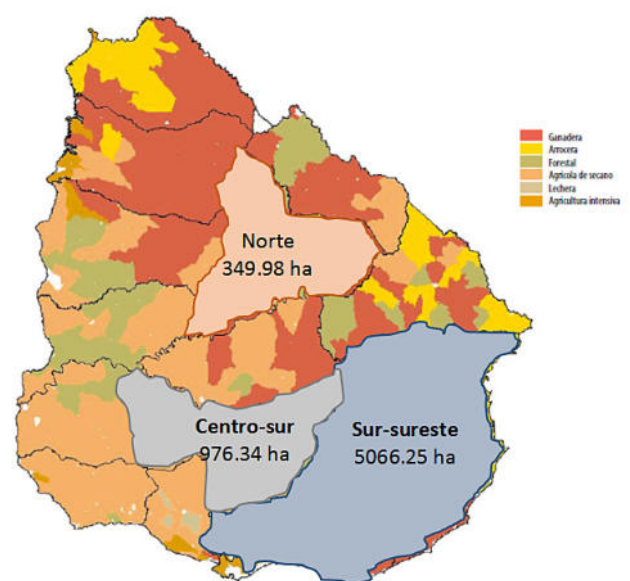


Figura 1. Distribución por región y área ocupada por los sistemas Silvopastoriles en el Uruguay.

toriles (SSP) en Uruguay se ha generado en situaciones que no fueron planificadas para explotar las sinergias entre sus componentes. También es parte del pasado la ausencia de predios demostrativos o plataformas de docencia, investigación y extensión. Estas limitantes, identificadas en el trabajo publicado en 2018 “Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay” (Fedrigo et al., 2018), fueron afrontadas y forman parte de los avances realizados por nuestro equipo de investigación. Detectamos además que la investigación nacional ha avanzado en la comprensión de los procesos fundamentales para la implementación adecuada de estos sistemas. En este trabajotenemos como principal objetivo destacar esos avances y las oportunidades generadas en el ámbito de la extensión y la docencia.

## Plataformas experimentales y conocimiento generado

Para levantar las restricciones para la adopción de SSP (Fedrigo et al., 2018), la instalación de plataformas experimentales en predios comerciales permitió avanzar en la generación de

conocimiento básico y difusión de los mismos. De esta manera, se condujeron experimentos en tres predios (Quebrachal, Lomas Bien y Abuelita) (Cuadro 1), que presentan distintos diseños de plantación y fueron incorporados en nuestra red para generar conocimiento en el corto y mediano plazo. Adicionalmente, para estudiar las interacciones de largo plazo entre los componentes bióticos y abióticos del sistema, fue diseñada la plataforma “Mi Capricho”. Esta es la primera plataforma de Docencia, Investigación y Extensión en SSP de Uruguay, creada por un equipo interdisciplinario para la realización de estudios detallados desde la plantación hasta la cosecha final de los árboles. En esta plataforma confluyen los aportes de las ciencias de la naturaleza (conservación de suelos, producción y manejo forestal, producción forrajera, producción, reproducción y bienestar animal, bioestadística, biodiversidad y sistemas ambientales), tecnológicas (eficiencia de los procesos y optimización), y sociales (beneficios por rubro, relevo generacional). Los tratamientos y sus repeticiones estadísticas fueron establecidos en octubre de 2020, y se están obteniendo los primeros datos que permitirán crear oportunidades de intensificación

Cuadro 1. Plataformas experimentales en SSP con participación del Polo Agroforestal en el Noreste y Sur del país, donde se detalla el propietario, la especie arbórea utilizada, la ubicación, el tipo de suelo y el marco de plantación utilizado.

Detalles del sistema	Plataforma Experimental			
	Quebrachal	Lomas bien	Abuelita	Mi Capricho
Propietario	Lumin	Martín Pérez del Castillo	JoséLuis Dutrada Silveira	Viterbo Gamarra
Fecha de plantación	2/12/2008	2012	16-20/10/2015	21/10/2020
Especie	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	<i>E. dunnii</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. grandis</i>
Paraje	Quebrachal	Cerro Colorado	Batoví	Puntas de Sauce
Departamento	Cerro largo	Florida	Tacuarembó	Cerro Largo
Tipo de suelo	2.14	5.02b	7.2, 7.32	8, 6.15
Nº de filas	1	2	2	2 y 4
Diseño de plantación	3,4+7 y 3,4+20	4x2+15	4x4+20	5x5+20
Densidad (árboles/ha)	420 y 163	294	250	160 y 240
Orientación	E-O y N-S	NE - SO	E-O	N-S

sostenible que consideren aspectos económicos, sociales y ambientales. La investigación ya no puede estar ajena a las relaciones comerciales complejas y a los cambios ambientales mundiales, y nuestra filosofía de trabajo busca contemplar dichos aspectos. Actualmente contamos con dos proyectos para generar conocimiento en ésta plataforma: “Semillero Interdisciplinario en Sistemas Silvopastoriles” financiado por la Universidad de la República (Espacio Interdisciplinario) y “Sinergias en sistemas integrados: Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero a través de decisiones informadas sobre la circularidad”, con financiación Europea (ERANET) y co-financiada por Nueva Zelanda (AgResearch).

### Componente forrajero y microclima

El proyecto “Tecnologías para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en Uruguay: evaluación de forrajeras en condiciones de sotobosque” (Fondo María Viñas, ANII) establecido en los predios Quebrachal y Lomas bien, permitió demostrar importantes interacciones entre la orientación de las filas de los árboles y la sombra generada. Verificamos que la radiación solar acumulada en el control (sol pleno, sin la interferencia de árboles) es mayor que en los SSP, y que la radiación acumulada en filas con orientación N-S es mayor que en filas con orientación E-O, a excepción de los meses de octubre a enero. Esto afecta la temperatura del suelo, que es mayor en el control respecto a los SSP (Hernández et al. datos no publicados).

Estos cambios microclimáticos tienen repercusión sobre la productividad de las diferentes especies forrajeras cultivadas en el sotobosque. La evaluación de las forrajeras Pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), Festuca alta (*Festuca arundinacea*) y Capin lanudo (*Holcus lanatus*), permite concluir que, para pasturas de primer año, el Capin lanudo presenta mayor productividad tanto a sol pleno como en el sotobosque forestal y las especies Festuca alta y Pasto ovillo no presentan diferencias entre ellas (Coore et al., 2021). Vale destacar que el Capin lanu-

do se trata de una especie de ciclo más corto, y por eso su producción se concentra en los dos primeros años; al contrario de Festuca alta y Pasto ovillo que son especies perennes. Un aspecto importante a considerar en la utilización de especies perennes de ciclo invernal en climas subtropicales es su persistencia en los meses de verano. Estos estudios permitieron describir que el Pasto ovillo es más persistente que las otras dos especies en el primer verano, porque presenta menor mortalidad y mayor aparición de macollos durante los meses de enero y febrero, principalmente cuando las filas de árboles tienen orientación N-S. Eso asegura una mayor densidad poblacional de macollos al otoño, lo que permite un buen desarrollo en los meses de invierno y primavera subsecuentes. Otra especie que se destacó en las evaluaciones realizadas en nuestros experimentos fue la cebadilla (*Bromus auleticus*), que presentó niveles de productividad y persistencia superiores a las demás a partir del segundo año de siembra. Por tratarse de una especie con un establecimiento relativamente más lento que las anteriormente mencionadas, sus resultados no fueron incluidos en los primeros trabajos académicos realizados, pero se está verificando que presenta un potencial muy interesante para la composición de sotobosques silvopastoriles.

### Componente animal

Los sistemas criadores se desarrollan sobre campo natural. Esto determina que durante el ciclo gestación-lactancia, las vacas estén sometidas a fluctuaciones en la disponibilidad y calidad de forraje (Figura 2). Otro aspecto relevante es que para que los mayores requerimientos de las vacas coincidan con la mayor oferta de forraje, los partos deben ocurrir a fines de invierno y primavera (Soca and Orcasberro, 1992). Para ello, el entore debe realizarse a fines de primavera y verano, cuando ocurren períodos de estrés calórico (Figura 2) que afectan la eficiencia reproductiva de las vacas (Wolfenson and Roth, 2019). El estrés calórico no solamente afecta la producción primaria del campo natural, sino que tiene efec-

tos directos sobre el bienestar y producción animal (Nardone et al., 2010). La tasa de crecimiento de los terneros al pie de la madre se ve comprometida en el período estival, sobre todo a partir de los 3 meses de edad de los terneros, cuando aumentan sus requerimientos que no pueden ser cubiertos por la leche materna (Viñoles et al., 2013). Esto determina que los pesos al destete de los terneros sean bajos, asociados a largos períodos de recría de las terneras, que reciben su primer servicio con 2 o 3 años de edad. Otro aspecto relevante es que, en el primer invierno de vida de las terneras, los animales están sometidos a estrés nutricional y por frío (Figura 2). Por lo tanto, la suplementación en su primer invierno de vida y el uso de árboles en el sistema, permitirían mejorar el bienestar y la productividad de éstos animales (Fedrigo et al., 2019; Viñoles et al., 2009).

A pesar de que el pastoreo en montes densos difiere sustancialmente de un SSP, presen-

ta algunas ventajas para la recría de hembras. Las tasas de ganancia de peso de vaquillonas pastoreando montes de pino (densidad inicial de 1000 árboles/ha) en verano y otoño son mayores, y las pérdidas en su segundo invierno de vida son menores que en vaquillonas pastoreando en áreas sin árboles (Fedrigo et al., 2019). Además, ocurren cambios en el patrón de pastoreo de las vaquillonas asociados a cambios en la calidad del forraje y microclima, que explican las mayores tasas de ganancia de peso de las que pastorean áreas forestadas respecto a las que pastorean áreas no forestadas (Figura 3 (Fedrigo et al., 2019)).

En nuestras condiciones pastoriles, las vacas de cría de las razas predominantes en Uruguay (Hereford y Aberdeen Angus) muestran importantes aumentos de temperatura vaginal durante las olas de calor, aumento que no se verifica en las cruza con Bosnmara (Fedrigo et al., 2021). Utilizando modelos experimentales “*in vitro*”, hemos demostrado que ovocitos so-

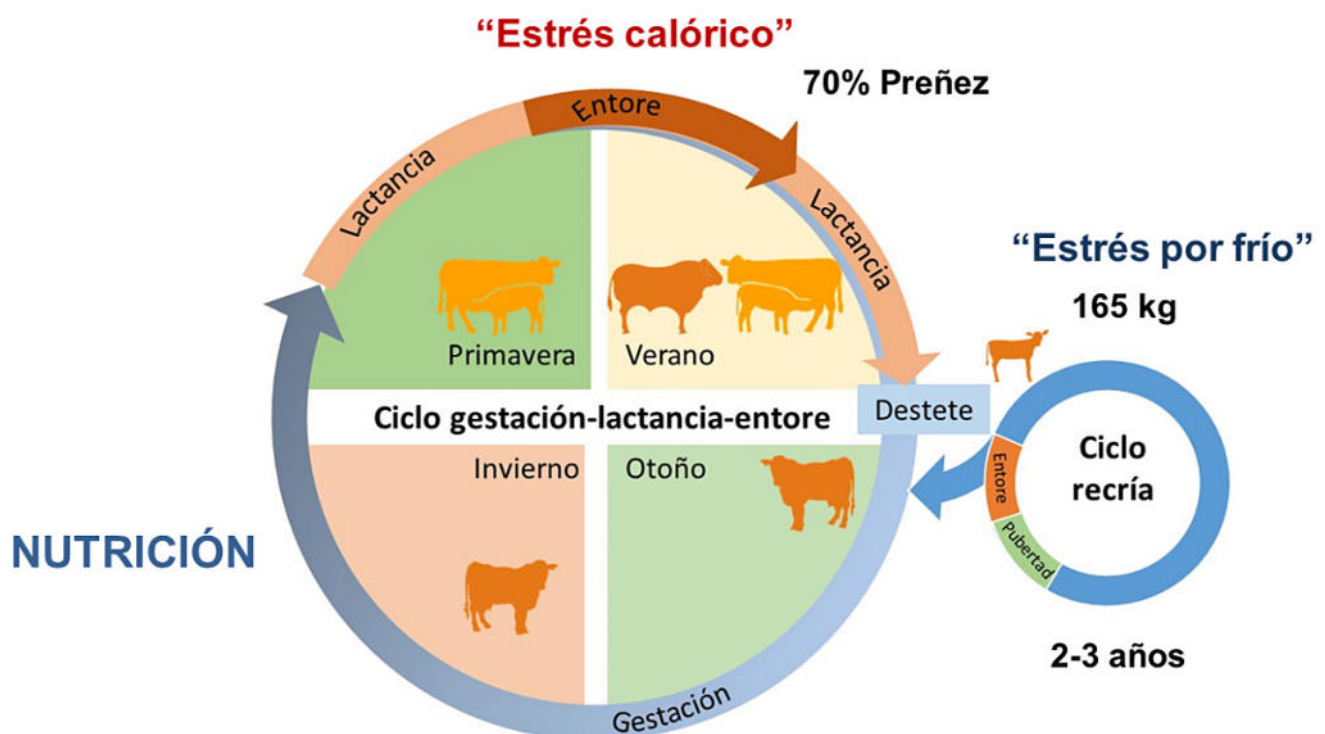


Figura 2. Ciclos de gestación-lactación-entore y recría en sistemas criadores pastoriles, en coincidencia con las estaciones del año. La definición de la fecha y duración del entore (fines de primavera-verano) y el destete al inicio de otoño son clave, para permitir la recuperación de las reservas corporales de la vaca, una pérdida controlada durante el invierno y retener reservas hasta la primavera (parto), para iniciar la lactancia y reiniciar los ciclos estrales al inicio del entore. El peso al destete de las terneras y su ganancia en el ciclo de cría, determinan la edad a la pubertad, el momento en que ingresan al rodeo de cría y su longevidad.



metidos a choque térmico presentan cambios ultra estructurales que reducen su capacidad de desarrollo embrionario (Baez et al., 2019). Los ovocitos colectados durante el invierno, tiene mayor competencia para su desarrollo embrionario, asociado al estadio de vesícula germinal y salud de las células de cúmulo comparadas con ovocitos colectados en verano (Baez et al., 2022) mendeley: {“formattedCitation”} (Baez et al., 2022). La suplementación del medio de maduración de ovocitos colectados en verano con 100  $\mu$ M de  $\alpha$ -tocoferol, redujo el índice apoptótico y aumentó la expresión de un gen asociado a la calidad embrionaria (Baez et al., 2021).

Los SSP pueden ayudar a atenuar el efecto negativo del estrés calórico en la productividad de las vacas de cría cruce Braford durante el entore, asociado o no al destete temporario (DT) durante 14 días, en la fecha esperada de

ocurrencia de la primera ola de calor del verano (Plataforma Abuelita). El DT provoca cambios metabólicos en las vacas, aumentando las concentraciones IGF-I (Soca et al., 2013) que brinda un efecto termo protector sobre el ovocito (Rodrigues et al., 2016). Al comparar el SSP y sol pleno (SP), los resultados preliminares permiten detectar aumentos en la tasa de ganancia de peso de los terneros hacia el final del verano, que se asocian con una diferencia de 10 kg de peso vivo al finalizar el experimento (SSP: 132 kg vs SP: 122 kg). En las vacas, se observó un aumento en el peso vivo en los primeros 40 días experimentales, que se reflejaron en diferencias en la condición corporal. El porcentaje de preñez fue bajo en ambos sistemas, pero mientras en el grupo SP-DT solamente se preñó un 7% al final del período de servicios, los porcentajes fueron superiores en los demás grupos (56% SSP+DT; 54% SP+DT; 37% SSP-DT; P=0,06). Estos resultados evidencian los efectos positivos del SSP en la productividad animal, y que el DT aplicado alrededor de la ocurrencia de la primera ola de calor del verano, permite atenuar los efectos negativos del estrés calórico sobre la eficiencia reproductiva de las vacas (Goncherenko et al., 2021).

## 2.3 Componente arbóreo

La definición del componente arbóreo y su diseño de plantación son aspectos fundamentales al plantear los objetivos productivos del sistema. En este sentido, nuestro equipo de trabajo definió inicialmente trabajar con especies del género *Eucalyptus*, por la experiencia y conocimiento que se ha adquirido en sus años de introducción al Uruguay (Fedrigo et al., 2018). En cuanto a los aspectos del árbol que afectan a la productividad del sistema, será motivo de la tesis Doctoral de Valentina Benítez. Esta tesis consta de tres capítulos: 1) Modelación del crecimiento arbóreo en SSP de *E. grandis*; 2) Caracterización de la dinámica de copa en plantaciones de *E. grandis* de distintas edades, densidades y disposiciones espaciales, mediante variables morfométricas, índice de área foliar, y radiación fotosintéticamente activa; 3)

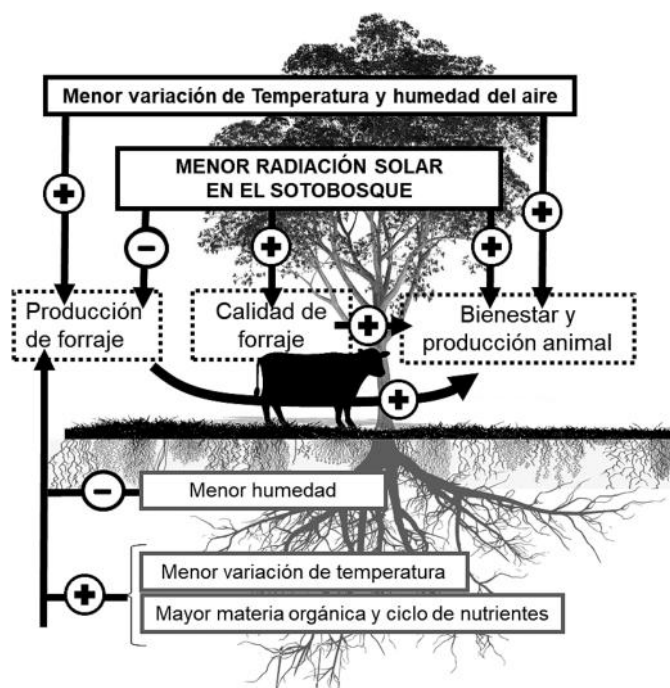


Figura 3. Esquema representando algunas interacciones entre los componentes del sistema silvopastoril. El color y tipo de línea que delimitan los cuadros tiene diferente significado: 1) negra y sólida: representa las modificaciones microclimáticas generadas por las cubiertas arbóreas en el sotobosque; 2) gris y sólida: representa las modificaciones generadas en los parámetros del suelo y 3) negra y punteada: representa el impacto en los atributos forrajeros y animales. Las flechas unen parámetros que se interrelacionan, y los signos determinan si el efecto es positivo (+) o negativo (-).

Adaptación del software SiS ILPF de EMBRAPA para las condiciones del noreste de Uruguay. Los resultados obtenidos en este trabajo permitirán realizar estimaciones sobre producción y crecimiento de los árboles en SSP, como así también obtener patrones de luz en diferentes diseños de plantación. Estos aspectos son fundamentales para la elaboración de planes de manejo y contribuyen a la toma de decisiones sobre manejos silviculturales.

## 2.4 Difusión

En cuanto a la falta de conocimiento de los productores sobre el funcionamiento de los SSP detectada previamente (Fedrigo et al., 2018), hemos logrado importantes avances. Se han generado instancias de discusión sobre metodologías a utilizar para el laboreo del suelo, que dieron origen a alternativas de laboreo no convencionales. Se desarrolló una metodología ("Sistema Gamarra") con un mínimo laboreo, realizando cruces con cincel a 40 cm de profundidad. Dada la orientación de las filas N-S, el objetivo de este laboreo fue mantener la cobertura del suelo afectando lo menos posible al campo natural, para evitar la ocurrencia de erosión. Este sistema ha sido incorporado por otro productor silvopastoril referente (Sr. José Luis Dutra da Silveira). Además, se realizó control de malezas con un herbicida de amplio espectro de forma localizada y control de hormigas sistemático con cebo granulado. Después de la plantación se realizó la reposición (21% en total, principalmente por ataques de liebre y falta de agua) de los individuos dañados o con defectos y se realizaron controles de malezas con herbicidas selectivos y control de hormigas para asegurar las mejores condiciones para favorecer el crecimiento de los árboles. Todos estos cuidados pre y pos plantación dieron como resultado un establecimiento del 95% de los árboles plantados.

Las acciones que hemos tomado para divulgar los SSP y formar recursos humanos de grado y posgrado han sido muy variadas, e incluyen: 1) la organización bienal del Seminario en Sistemas Silvopastoriles (desde 2017); 2)

participación semanal en el espacio radial "La hora del campo" de la radio La Voz de Melo; 3) participación en el Seminario internacional de SSP en América Latina y el Caribe: investigación y experiencia; 4) participación en el ciclo de charlas: Silvopastoreo (IPA); 5) oferta anual del curso de posgrado Estrés calórico en bovinos; 6) organización bienal del curso de posgrado en sistemas silvopastoriles (ofrecido desde 2020 en las Facultades de Agronomía y Veterinaria); 7) fortalecimiento de la oferta de enseñanza a nivel terciario en Cerro Largo por medio de la propuesta de creación de la carrera "Tecnólogo en Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria" (TESIPA), 8) creación de la Sociedad Uruguaya de Silvopastoreo (SUSILVO). Consideramos que el esfuerzo realizado en conjunto con otras Instituciones de enseñanza, investigación y extensión ha sido muy efectivo, y generado interés por parte de diferentes actores de nuestra sociedad.

## Conclusiones

Uruguay ha avanzado en la generación de conocimiento, en microclima, selección de especies forrajeras tolerantes al sombreado y respuesta animal en SSP, pero falta evaluar las interacciones de los componentes del sistema durante todo el turno forestal.

El abordaje interdisciplinario e interinstitucional es necesario para evaluar aspectos sociales, de sustentabilidad ambiental (biodiversidad, ciclos biológicos, balance de carbono, calidad del agua) y económicos.

Es fundamental divulgar el conocimiento generado a productores y sus familias, con énfasis en las nuevas generaciones y formar recursos humanos específicamente en ésta temática.

## REFERENCIAS

Baez, F., Camargo, A., Reyes, A.L., Marquez, A., Paula-Lopes, F., Viñoles, C., 2019. Time-dependent effect of heat shock on the zona pellucida ultrastructure and in vitro deve-

lopmental competence of bovine oocytes. *Reprod. Biol.* 19, 195–203.

Baez, F., Gomez, B., de Brun, V., Rodriguez-Osorio, N., Viñoles, C., 2021. Effect of Ethanol on Parthenogenetic Activation and  $\alpha$ -Tocopherol Supplementation during In Vitro Maturation on Developmental Competence of Summer-Collected Bovine Oocytes. *Curr Issues Mol Biol.* 3.

Baez, F., López, R., Rodriguez-Osorio, N., Viñoles, C., 2022. Effect of season on germinal vesicle stage, quality, and subsequent in vitro developmental competence in bovine cumulus-oocyte complexes. *J. Therm. Biol.* 103, 103171.

Bussoni, A., Boscana, M., Varela, F., Llanos, E., Picasso, V., Cubbage, F., Alconada Magliano, M., 2019. Producción ganadera y forestal: análisis de sistemas de producción integrados. Serie FPTA - INIA N° 70. Montevideo, Uruguay.

Coore, N., Lima, G.S. de, Sotelo, F., 2021. Evaluación de gramíneas forrajeras en soto-bosque de *Eucalyptus* sp. en distintos marcos de plantación. Universidad de la Republica.

FAO, 2010. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. The Way Forward for Sustainable Production Intensification, Integrated Crop Management. Rome.

Fedrigo, J., Baez, F., Santa Cruz, R., Viñoles, C., 2021. Heat tolerance in cows of British breeds and their crosses with *Bos taurus* under grazing conditions. *J. Therm. Biol.* In press. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103118>

Fedrigo, J.K., Benítez, V., Santa Cruz, R., Posse, J.P., Barro, R.S., Hernández, J., Mantero, C., Morales Olmos, V., Silveira, E.D., Viñoles, C., 2018. Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay. *Vet.* 54, 20–30. doi:[10.29155/vet.54.209.4](https://doi.org/10.29155/vet.54.209.4)

Fedrigo, J.K., Santa Cruz, R., Benítez, V., Courdin, V., Ferreira, G., Posse, J.P., Viñoles, C., 2019. Dynamics of forage mass, air temperature and animal performance in a silvopastoral system of Uruguay. *Agrofor. Syst.* 93, 2197–2204. doi:[10.1007/s10457-018-0335-2](https://doi.org/10.1007/s10457-018-0335-2)

Goncharenko, G., Baez, F., Fedrigo, J., Santa Cruz, R., Viñoles, C., 2021. Impacto del estrés calórico en la productividad de la cría vacuna, in: XI Congreso Internacional En Sistemas Silvopastoriles. p. 11.

Huertas, S., Bobadilla, P., Bueno, H., César, D., Vila, F., Piaggio, J., A., G., Callero, J.L., Akkermans, E., 2020. Sustentabilidad de sistemas silvopastoriles y forestales con la producción de bovinos de carne Responsable del proyecto: DMTV Institución ejecutora: Facultad de Veterinaria. UdelaR Proyecto FPTA-311 Sistemas Silvopastoriles y Bienestar Animal. Insituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U., 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.* 130, 57–69. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>

Olmos, F., Sosa, M., Balmelli, G., Gomar, E.P., 2011. Sistemas agroforestales. Insituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Peri, P.L., Dube, F., Varella, A.C., 2016. Silvopastoral Systems in the subtropical and temperature zones of South America: An Overview., in: *Silvopastoral Systems in Southern South America*. Springer, New York, pp. 1–9. doi:[10.1007/978-3-319-24109-8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8)

Rodrigues, T.A., Ispada, J., Risolia, P.H.B., Rodrigues, M.T., Lima, R.S., Assumpção, M.E.O.A., Visintin, J.A., Paula-lobes, F.F., 2016. Thermoprotective effect of insulin-like growth factor 1 on in vitro matured bovine oocyte exposed to heat shock. *Theriogenology* 86, 2028–2039. doi:[10.1016/j.theriogenology.2016.06.023](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.06.023)

Sancho, L., Arocena, I., Ordeig, L., 2021. Definición, caracterización y cuantificación del área bajo sistemas silvopastoriles, para el seguimiento de las contribuciones establecidas en la Contribución Determinada a nivel Nacional de Uruguay.

Soca, P., Carriquiry, M., Keisler, D.H., Claramunt, M., Do Carmo, M., Meikle, A., 2013. Reproductive and productive response to suckling restriction and dietary flushing in primiparous grazing beef cows. *Anim. Prod. Sci.* 53, 283–291.

Soca, P., Orcasberro, R., 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. *Jorn. Prod. Anim. Paysandú Evaluación Física y Económica Altern. Tecnológicas para la cría en predios Ganad.* 54–56.

Torres, A., Casella, M., Cedres, A., Munka, C., Pastorini, V., Posse, J., 1995. Diagnóstico de sistemas agroforestales del Uruguay, *Notas Técnicas v. 40.* Facultad de Agronomía. Montevideo, Universidad de la Republica 63p.

Viñoles, C., Banchemo, G., Quintans, G., Pérez-Clariget, R., Soca, P., Ungerfeld, R., Bielli, A., Fernández Abella, D., Formoso, D., Pereira Machín, M., Meikle, A., 2009. Estado actual de la investigación vinculada a la Producción Animal Limpia, Verde y Ética en Uruguay. *Agrociencia* 13, 59–79.

Viñoles, C., Fedrigo, J.K., Benitez, V., Santa Cruz, R., 2021. III Seminario en Sistemas Silvopastoriles: para diversificar y promover la sustentabilidad de la producción ganadera. *Integr. Ganad. For.* 978-9974–9, 52. <http://www.poloagroforestal.edu.uy/publicaciones/>

Viñoles, C., Fedrigo, J.K., Benitez, V., Santa Cruz, R., 2019. II Seminario en Sistemas Silvopastoriles: Integración ganadería-forestación. *Integr. Ganad. For.* 978-9974–9, 78. <http://www.poloagroforestal.edu.uy/publicaciones/>

Viñoles, C., Fedrigo, J.K., Benitez, V., Santa Cruz, R., 2017. I Seminario en Sistemas Silvopastoriles: producción integrada para maximizar la rentabilidad. *Integr. Ganad. For.* 978-9974–9, 88. <http://www.poloagroforestal.edu.uy/publicaciones/>

Viñoles, C., Jaurena, M., De Barbieri, I., Do Carmo, M., Montossi, F., 2013. Effect of creep feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. *New Zeal. J. Agric. Res.* 56, 279–287.

Wolfenson, D., Roth, Z., 2019. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Anim. Front.* 9, 32–38. doi:10.1093/af/vfy027



# Tecnologías de producción para la recría y el engorde de ganado de carne durante el verano: ¿cuáles son las certezas?

Alvaro Simeone y Virginia Beretta

## Introducción. Caracterización de la problemática estival en sistemas de invernada en Uruguay

En el Uruguay, los sistemas de recría y engorde de vacunos sobre pasturas sembradas registran durante el período estival un marcado descenso de la producción de carne con relación al desempeño logrado en primavera (Simeone, 2000). Esta performance ha sido asociada a una reducción en la cantidad y calidad del forraje disponible, sumado a condiciones ambientales potencialmente estresantes del punto de vista térmico. Factores ambientales tales como mayor radiación solar, con temperaturas por encima de la zona de confort térmico para el ganado en crecimiento (15 a 25°C; NRC, 1981) combinados con alta humedad relativa, generan un incremento de la carga calórica para el animal que resulta en una reducción de su performance (St-Pierre et al., 2003, Gaughan et al., 2008). Esta combinación de efectos, generaría limitaciones al consumo diario de materias seca y nutrientes e incrementos en los requerimientos de mantenimiento (NRC, 2000; SCA, 2007), afectando el balance energético del animal y consecuentemente el nivel de producción.

En relación al stress calórico, la combinación de altas temperaturas y humedad relativa ambiente afecta de forma negativa el confort del animal. La interrogante que se plantea es a partir de qué valores comienza a darse este disconfort y cuál es la magnitud de su efecto sobre la producción del ganado para carne. El índice de temperatura y humedad [(ITH =  $(1.8Ta + 32) - (0.55 - 0.55HR/100) \cdot (1.8Ta - 26)$ ], que combina en una misma ecuación el efecto de la temperatura del aire ( $Ta$ , °C) y de la humedad relativa ambiente (HR, %) (Valtorta y Gallardo, cit. por Cruz y Saravia, 2008) es utiliza-

do para orientar el manejo animal con relación al riesgo de ocurrencia de estrés térmico de acuerdo a las previsiones de  $Ta$  y HR. Valores de  $ITH < 70$ , indicarían que no existe riesgo,  $ITH = 72-79$ , nivel de alerta,  $ITH = 80-89$ , nivel de peligro,  $ITH > 89$  nivel de emergencia. De acuerdo a la caracterización del ambiente térmico del verano en Uruguay que realizaron Cruz y Saravia (2008), al norte del Río Negro el número de horas promedio con  $ITH > 72$  fue superior al 75% del tiempo diurno y más del 45% del tiempo en la fase nocturna.

Si bien la aclimatación del animal al ambiente es relevante en el manejo del estrés térmico, las tecnologías tendientes a atenuar los potenciales efectos negativos sobre el bienestar animal y la productividad, deberían formar parte de las propuestas para el manejo estival. En qué medida el acceso o no a la sombra reduce el estrés térmico del ganado de carne en las condiciones de producción de Uruguay (en pastoreo o a corral), hasta qué punto el tipo de alimentación afecta esta respuesta, y cómo responden los diferentes biotipos ante un mismo manejo, son aspectos a considerar en el abordaje de esta problemática.

En función de ello, el estudio de la problemática estival en sistema ganaderos pastoriles con animales que se encuentran en las fases de crecimiento y engorde ha sido motivo de investigación en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIIC, Facultad de Agronomía, UdelaR) desde el año 2000, apuntando a generar alternativas tecnológicas dirigidas a reducir la caída en la ganancia de peso observada en el verano con relación a la primavera a través del manejo de la oferta de forraje y la suplementación, y de estrategias de manejo para mitigar el efecto del estrés por calor. La figura 1 sintetiza la problemática planteada y

su abordaje. Este artículo tuvo como objetivo reseñar la información generada en la UPIC al respecto.

**Resultado de alternativas tecnológicas para incrementar el consumo de nutrientes en condiciones de pastoreo en sistemas intensivos de recría y engorde.**

La menor producción y pérdida de calidad de las praderas de especies templadas (mezclas de gramíneas y leguminosas), que se registra durante el verano, determinan que, aún con manejos a bajas cargas (asignaciones de forraje de hasta 9 y 12 kg de materia seca/ 100 kg de peso vivo) las ganancias de peso en esta estación no superen en media los 600-700 g/ animal/día, en novillos de sobreaño. Este desempeño es significativamente inferior al logra-

do en primavera (1.2 a 1.4 kg/día) con menores ofertas de forraje (4 y 6 kg de materia seca/ 100 kg de peso vivo) (Beretta et al, 2003). Asimismo, el uso de verdeos de veranos, tales como el sorgo forrajero, si bien contribuye elevando el aporte total de forraje, pudiendo llegar a una mayor productividad por unidad de superficie, no levanta la limitante en términos de performance individual (Vargas, 2005). La suplementación con concentrados energéticos o energético- proteicos durante esta estación se propone como una alternativa para incrementar el consumo y el valor nutritivo de la dieta.

**Efecto de la suplementación estival con granos de cereales sobre pradera**

La suplementación con granos de maíz o sorgo a razón de 1 kg de materia seca/ 100 kg

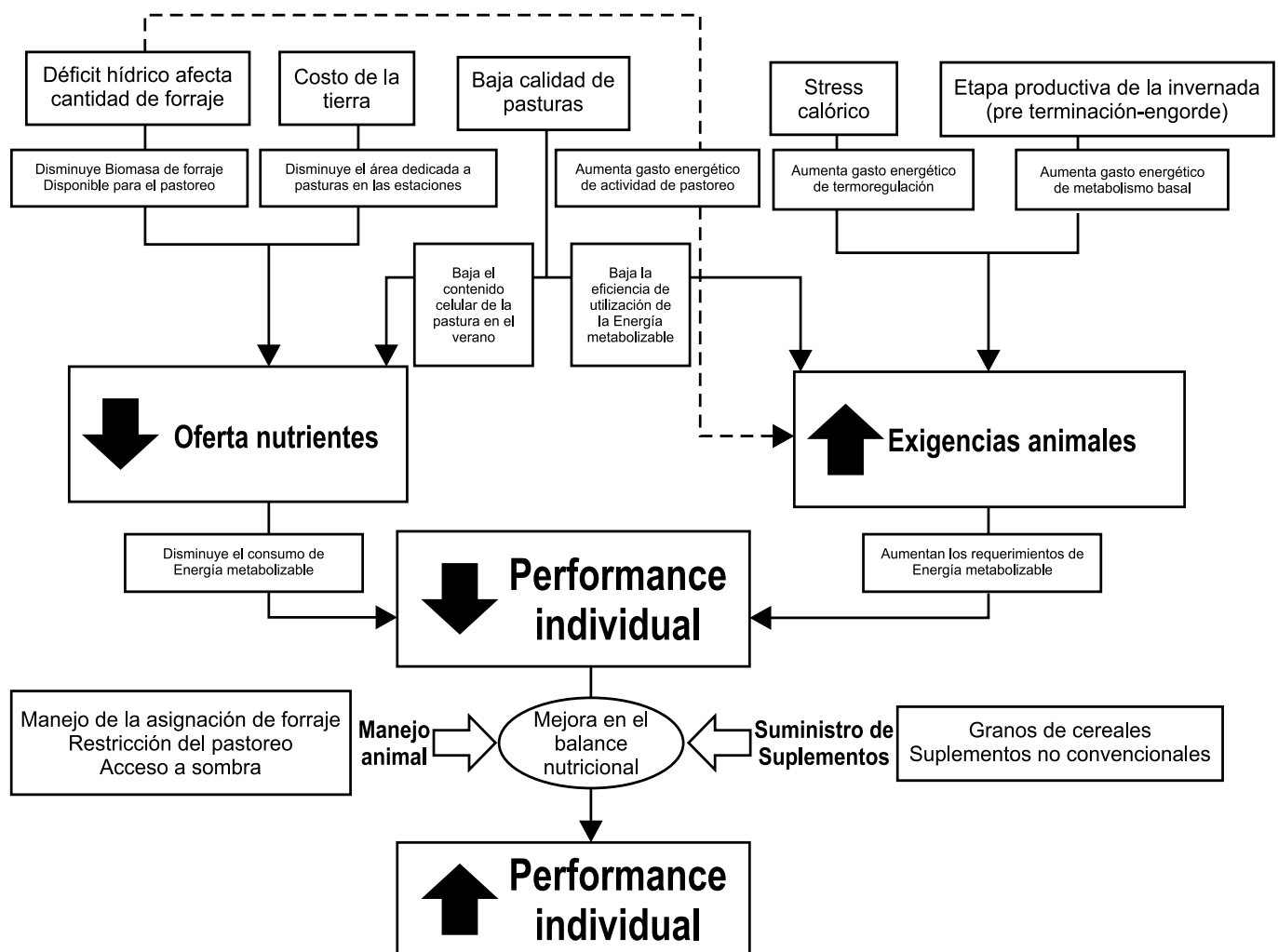


Figura 1. Caracterización de la situación productiva estival en sistemas pastoriles de invernada

de peso vivo, permite elevar la ganancia diaria a valores en torno a los 0,800 kg/día. Si bien la mayor respuesta se alcanza cuando se restringe el forraje (3% de asignación de materia seca) es recomendable del punto de vista de la persistencia de la pastura manejar niveles de oferta superiores que aseguren un buen remanente. La información generada en la UPIC sugiere que en torno al 6% de asignación de forraje, la respuesta a la suplementación es buena, ubicándose en unos 300 g/día, lo cual representa un incremento de 58% respecto al testigo sin suplementar (Cuadro 1).

La mejora lograda en performance individual en los escenarios de asignación de forraje de 3 y 6 kg MS/100 kg de peso vivo, fue alcanzada con un nivel de eficiencia de conversión del suplemento de 5.9 y 8.6 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional logrado, respectivamente. Estos valores pueden ser considerados como viables desde el punto de vista del resultado económico de la suplementación, considerando un amplio rango de precios de suplemento y de kilogramo de peso vivo en ganado de carne.

### Efecto de la suplementación estival con granos de destilería en novillos en crecimiento pastoreando sobre sorgo forrajero

La utilización de verdeos de veranos como el sorgo forrajero, con una elevada producción

de forraje durante el periodo estival, permite aumentar la producción de biomasa disponible para los animales. Si bien esto contribuye a aumentar, la capacidad de carga del sistema, en términos de su valor nutritivo la ganancia promedio esperada en novillos de sobreaño es del orden los 400-500 g/d. El bajo contenido de proteína y digestibilidad promedio de la pastura contribuyen a esa respuesta. La suplementación energético-proteica con granos de destilería ha sido propuesta como tecnología para mejorar la performance individual, al incrementar no solo el aporte diario de energía y proteína metabolizables para el animal (efecto directo de adición) sino también por su potencial efecto positivo sobre la tasa de digestión ruminal de la pastura y aumento de su consumo.

En el Cuadro 2, se presenta la respuesta observada en novillos Hereford de sobreaño (267,2 ± 29,5 kg) pastoreando sorgo forrajero con o sin acceso a la suplementación con granos secos de destilería más solubles (DDGS) ofrecido diariamente a razón de 1 kg de materia seca/ 100 kg de peso vivo. El sorgo forrajero presentó una disponibilidad promedio de forraje 6.498 ± 304 kg MS/ ha, 97.3 ± 2.44 cm de altura y se pastoreó en franjas semanales con una oferta de forraje de 8% (Beretta et al., 2019).

La suplementación con DDGS aumentó significativamente la ganancia de peso vivo, de-

Cuadro 1. Efecto de la suplementación con granos y de la asignación de forraje (AF, kg materia seca/ 100 kg peso vivo) sobre la ganancia de peso vivo (PV), eficiencia de conversión del concentrado (EC) y peso al final del verano (Beretta et al., 2006)

	No suplementados			Suplementados			s.e.	P- valor		
	3	6	9	3	6	9		S	OF	S xAF
AF (kg MS/ 100 kg PV)	3	6	9	3	6	9	0.08	<0.01	<0.01	<0.01
Ganancia de PV (kg/d)	0.299	0.48	0.66	0.76	0.80	0.73	0.08	<0.01	<0.01	<0.01
Peso vivo (PV) final (kg)	305	324	335	340	344	338	7.1	<0.01	<0.01	<0.01
Consumo pastura (%PV)	2.2	2.8	3.9	1.7	2.9	3.3	0.31	0.55	<0.01	0.21
Consumo grano (kg/ d)	-----	-----	-----	2.71	2.73	2.54	0.13	-----	0.08	0.24
Consumo grano (% PV)	-----	-----	-----	0.86	0.87	0.81	0.04	-----	0.09	0.53
EC del grano	-----	-----	-----	5.9:1	8.6:1	38.5:1	-----	-----	-----	-----

La mejora lograda en performance individual en los escenarios de asignación de forraje de 3 y 6 kg MS/100 kg de peso vivo, fue alcanzada con un nivel de eficiencia de conversión del suplemento de 5.9 y 8.6 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional logrado, respectivamente. Estos valores pueden ser considerados como viables desde el punto de vista del resultado económico de la suplementación, considerando un amplio rango de precios de suplemento y de kilogramo de peso vivo en ganado de carne.

terminando que al final del verano los novillos suplementados fueron 21.6% más pesados que los que no suplementados. La respuesta a la suplementación fue de 0.83 kg/día por encima de la ganancia observada en los novillos sin suplementar, arrojando una eficiencia de conversión del suplemento (estimada como la cantidad de DDGS necesaria por kg de peso vivo adicional con relación al testigo si suplementar) de 3.31: 1. Esta mejora de la performance individual de los animales para similares valores de carga (4.6 animales/ha) se dio asociada a bajos niveles de sustitución de forraje por suplemento, consecuentemente, incrementando el consumo diario de energía y proteína a través de suplemento. La elevada respuesta en ganancia de peso, se tradujo en un valor de eficiencia de conversión de suplemento mejor que los observados en la misma estación del año en novillos pastoreando praderas y suplementados con grano de maíz o de sorgo (Beretta et al, 2006) los cuales para esta categoría varían entre 6 a 9:1 kg MS/ kg peso vivo adicional debido al suplemento. Del punto de vista económico, la buena eficiencia de conversión lograda, viabilizaría esta práctica ante un mayor rango de variación de los precios del suplemento y del kilogramo de peso vivo producido, en relación a los observados en el caso de la suplementación con granos de cereales de la misma categoría sobre praderas.

## Efecto de la restricción de pastoreo y acceso a sombra artificial

Diferentes estrategias han sido propuestas

para mitigar los efectos negativos del ambiente sobre el animal entre las cuales, el acceso voluntario a sombra ha demostrado disminuir el estrés por calor, mejorando la performance del ganado (Mader, 2003). Sin embargo, bajo sistemas de pastoreo rotativo, no siempre es posible, del punto de vista práctico, ofrecer al animal un área con sombra en la parcela de pastoreo. Para estos casos, la posibilidad de retirar al animal de la pastura durante las horas del día de mayor radiación solar y temperatura hacia un área sombreada, ha sido evaluado como una alternativa que permitiría mejorar su confort térmico, sin afectar negativamente el consumo de nutrientes debido a la reducción en el tiempo de acceso al alimento.

En el cuadro 3 se presentan los resultados de un experimento evaluando el efecto de dos manejos del pastoreo durante el periodo estival, difiriendo en el tiempo de acceso a la pastura y el acceso a sombra: pastoreo libre sin acceso a sombra (PL) o pastoreo restringido con acceso a sombra (PR). Mientras en PL los animales permanecían todo el día en la pastura, en PR eran retirados de la pastura entre las 10:00 y 16:30 h y trasladados a un área restringida próxima a la parcela de pastoreo, con acceso a sombra (sombra natural complementada por sombra artificial; malla 80% intercepción, 2,75 m de altura); ofreciéndose un área sombreada de 3,5 m<sup>2</sup>/ animal (Sullivan et al., 2011).

Como puede observarse, el pastoreo restringido con acceso a sombra incrementó significativamente la ganancia de peso vivo (40%

Cuadro 2. Efecto de la suplementación con granos de destilería (DDGS) sobre la performance de novillitos Hereford pastoreando sorgo forrajero durante el verano (En base a Beretta et al., 2019)

Variable	Testigo sin suplementación	Suplementación con DDGS	P>F
Peso inicial (kg)	264	264	NS
Ganancia de peso (kg/día)	0.49	1.32	*
Peso final (kg)	296	360	*
Consumo de suplemento (kg MS/día)	---	3.10	---
Conversión del suplemento (kg MS supl./kg adicional)	---	3.31	---

NS: no significativo estadísticamente.

\*: estadísticamente significativo (P<0.05)



por encima de la registrada en novillos en pastoreo libre). Se destaca la excelente respuesta registrada al encerrar a los animales durante las horas de mayor temperatura (entre las 10:30 y 16:30 h), similar a la obtenida al suplementar con grano. Esta práctica ofrece confort a los animales y reduce el nivel de actividad general disminuyendo la demanda energética para mantenimiento, sin perjudicar el consumo total diario, ya que, una vez que el animal retorna a la pastura, compensa el menor tiempo de acceso al forraje aumentando el tiempo de pastoreo en el atardecer.

En este primer experimento, que fue realizado durante el verano del año 2004, los animales pastorearon praderas mixtas de gramíneas y leguminosas templadas, con oferta de forraje de 6 kg MS/ 100 kg peso vivo. El hecho de haber trabajado con un único nivel de asignación de forraje en una estación donde la selectividad en durante la actividad de pastoreo, podría jugar un importante rol en la ingesta de energía total, dejó planteada la interrogante de si la respuesta al manejo de encierro con sombra variaría al incrementarse la asignación de forraje. A los efectos de dar respuesta a esta pregunta, en el verano del 2006, se realizó un segundo experimento evaluando, bajo un arreglo de tratamientos de tipo factorial, la respuesta al manejo de encierro en novillos pastoreando dos asignaciones de forraje (6 vs. 12 kg MS/100 kg de peso vivo). En el gráfico de la figura 2, se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

No se detectó interacción significativa entre el nivel de asignación de forraje y el pastoreo

Cuadro 3. Efecto de la restricción del pastoreo con acceso a sombra, sobre la ganancia de peso en novillos Hereford manejados sobre pradera en verano (Simeone y Beretta, 2004)

Descripción del tratamiento	Ganancia de peso vivo (kg/d)
Pastoreo libre (PL)	0.664 a
Pastoreo restringido (PR) (encierre 10:30 – 17:00 hs)	0.933 b
Respuesta (kg/d)	0.269 *

a, b: medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ )

restringido con acceso a sombra, lo que pone de manifiesto la importancia de este último como práctica de manejo en diferentes escenarios de manejo del pastoreo. Es relevante destacar las condiciones ambientales predisponentes al estrés por calor en ese año, registrándose 42% de los días con ITH medio diario  $> 72$  y 70% de los días alcanzaron un ITH máximo por encima de 80.

## Efecto del acceso voluntario a sombra natural en sistemas de cría sobre campo natural asociado a la forestación

La asociación ganadería-forestación en campos de aptitud forestal a través del pastoreo de áreas no cultivables permite la explotación de sinergias entre rubros (Simeone et al., 2014). La sombra de monte contribuiría a minimizar el estrés térmico, mejorando la performance estival del ganado. En tal sentido, el equipo técnico de la UPIC realizó un trabajo experimental dirigido a evaluar el efecto del acceso voluntario a la sombra sobre la ganancia de peso (GP) estival de vaquillonas cruza de razas británicas pastoreando campo natural en áreas con forestación asociada (Simeone et al., 2010). Se utilizaron 136,5 ha de campo natural de bajo (suelos grupo 03.40, Brunosoles Eutricos) del Litoral Oeste, durante el verano del año 2010. Ciento cuarenta animales ( $219 \pm 21$ kg) fueron distribuidos al azar a uno de dos manejos: pastoreo continuo con o sin acceso a sombra aportada por montes de *Eucalyptus dunnii*, (1,5 ha) y *Populus deltoide*

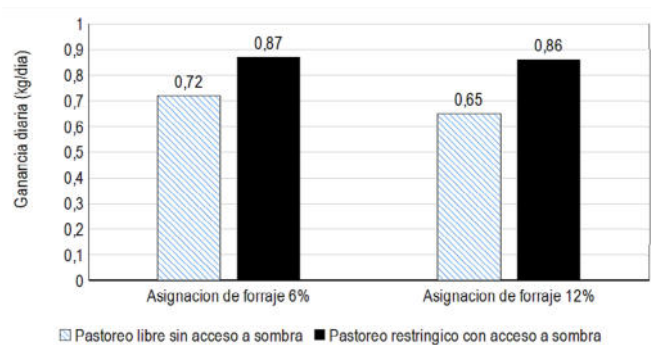


Figura 2 - Efecto de encierro estratégico con sombra y de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso (kg/día) de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes en verano. (UPIC, Experimento verano 2005) (6+9-En base a Cortazzo et al, 2007)

(0,73 ha). La pastura presentó una disponibilidad promedio de  $3312 \pm 312$  kg/ha, 19% restos secos, 8.6% PC, 72,8% FDN, 43,8% FDA y 1,1% NIDA. En el Cuadro 4, se presenta la performance en ganancia de peso vivo de las vaquillonas debida al efecto del acceso voluntario a sombra natural de monte

La evolución del peso vivo fue lineal ( $P < 0.01$ ), registrándose mayor ganancia diaria de peso vivo en aquellas vaquillonas que tuvieron acceso a sombra ( $0,514$  vs.  $0,772 \pm 0,022$  kg,  $P < 0,01$ ). Para el periodo experimental, las temperaturas medias mínima y máxima, HR e ITH medio diario registrados al abrigo fueron  $17,8 \pm 2,9^\circ\text{C}$ ,  $30,8 \pm 2,9^\circ\text{C}$ ,  $81,8 \pm 8,1\%$  y  $69 \pm 4,4$  respectivamente. El ITH diurno fue  $74,6 \pm 4,4$ , permaneciendo luego de las 11:00hs por encima de 75, valor crítico a partir del cual se reportan síntomas de estrés térmico, con un máximo de 78,5 a las 16:00hs. Las temperaturas medias diurnas a la sombra y sol fueron  $26,4 \pm 2,7^\circ\text{C}$  y  $35,5 \pm 5,4^\circ\text{C}$ , respectivamente. Entre las 7:00 y 19:00 h el ITH al sol estuvo 10 horas por encima de 75, alcanzando un máximo de 92,6 a las 14:00 h. El ITH máximo a la sombra fue 76,5 a las 15:00 h. Durante este periodo horario las vaquillonas con sombra permanecieron 35,7% del tiempo en los montes y 56,8% pastoreando, en tanto que aquellas sin sombra pastorearon el 78,8% del tiempo. Los resultados muestran que, en este contexto el acceso a la sombra natural de monte mejoraría la ganancia diaria de vaquillonas pastoreando campo natural asociado a la producción forestal, durante el verano.

## El confinamiento de animales de recría y engorde como opción para solucionar la problemática estival de sistemas pastoriles durante el verano y el efecto de la sombra en el corral.

La alimentación a corral de animales en engorde ha sido sugerida como una opción productiva que podría superar las limitantes identificadas en las pasturas durante el verano. La inclusión del confinamiento estival de los animales de mayor peso vivo del stock total de animales, podría tener un efecto importante en la reducción de carga y un aumento en la performance individual durante el verano.

A su vez, el fuerte crecimiento del área agrícola en los últimos años, que ha reducido el área de pasturas sembradas en sistemas intensivos de invernada, ha incrementado la implementación de sistemas de alimentación a corral. Si bien inicialmente, los sistemas de confinamiento (feedlot) en el país se implementaron mayoritariamente durante invierno para cubrir el déficit de forraje, posteriormente – promovido por la demanda de mercado - los mismos se han desarrollado en las restantes estaciones del año, entre ellas el verano. Bajo esta óptica de insertar el corral de engorde durante el verano en sistemas pastoriles de invernada, cabría preguntarse, si los resultados esperados en términos de performance animal en el confinamiento estival no son afectados por el efecto del stress calórico y en qué medida, la inclusión de la sombra en el corral podría atenuar ese efecto negativo sobre la performance animal.

Dado que el estrés térmico depende de la combinación de condiciones ambientales, tipo de dieta y categoría animal, la respuesta al acceso a sombra en el corral podría variar

Cuadro 4. Performance de vaquillonas pastoreando campo natural asociado a forestación con o sin acceso a sombra voluntaria durante el verano (enero-marzo, 2010) (Simeone et al., 2010)

Variable	SIN SOMBRA	CON SOMBRA	Diferencia	Valor P
Peso vivo inicio (kg/animal)	219	219		
Ganancia diaria de peso (kg/animal)	0,51	0,77	0,258	<0,001
Peso final (kg/animal)	258	277	19,2	<0,001

con relación a la observada en pastoreo. A los efectos de abordar este punto, en el verano del año 2010 se instaló un experimento en la UPIC dirigido a evaluar la respuesta a la inclusión de la sombra en el manejo de novillos alimentados a corral durante el verano (Beretta et al, 2010). En dicho experimento, cuarenta animales ( $265 \pm 41.8$  kg, 15 meses de edad, aproximadamente) fueron distribuidos al azar a uno de dos manejos en corrales de engorde a cielo abierto: alimentación con o sin acceso voluntario a sombra en el corral (malla negra, 80% de intercepción de la radiación, a 2.70 m de altura). Cada tratamiento estuvo constituido por 4 corrales de cinco animales cada uno ( $111 \text{ m}^2/\text{animal}$ , con agua *ad libitum*). Los animales recibieron una dieta a base de cebada grano (62,4%), expeler de girasol (18.8%) y fardo de alfalfa (18.8%) más un núcleo comercial (monensina, vitaminas y minerales, 10 g/animal/día). El alimento fue ofrecido a razón de 2.7 kg MS/100 kg de peso vivo. En el cuadro 5, se muestran los resultados obtenidos.

Los valores promedios diurnos de ITH (6:00 a 21:00 h) durante el periodo experimental indicaron que las condiciones ambientales, del punto de vista de su impacto sobre el estrés térmico del animal fueron de “no estrés” el 31.5% del tiempo (ITH= 67); “alerta” el 46.8% (ITH=75); “peligro” el 21.6% (ITH= 82), y “emergencia” el 0.06% (ITH= 90). Durante la noche (21:00 a 6:00 h) el 70% del tiempo los valores de ITH correspondieron a la condición de “no estrés”. Como consecuencia de ello, los animales con acceso a la sombra en el corral tendieron a registrar mayor ganancia diaria que los que no lo tuvieron, observándose una respuesta en torno a los 220 g/día, similar a la registrada en pastoreo. Considerando la alta incidencia de condiciones ambientales predisponentes al estrés térmico durante el día, y visto la ausencia de diferencias en el consumo de

MS, es probable que la tendencia a una mayor ganancia de peso vivo observada en animales con acceso a sombra haya estado explicada por una reducción en el costo energético de mantenimiento que favoreció la partición de la energía consumida hacia la producción.

### Consideraciones finales

El verano constituye, para las situaciones de producción en Uruguay, una estación crítica para los sistemas intensivos pastoriles de invernada, lo que se evidencia en las bajas performances individuales en ganado de cría y engorde. El bajo valor nutritivo de las pasturas durante esa estación, sumado al estrés calórico que sufren los animales y a las altas exigencias nutricionales de los animales en engorde, constituyen los factores explicativos de la problemática productiva estival.

Una mejora de la concentración nutritiva de la dieta de los animales a través de la suplementación con granos de cereales tiene un efecto positivo muy significativamente sobre la performance animal logrando una conversión del suplemento variable entre 6 y 9 kg de grano/kg de peso vivo adicional. Cuando la suplementación se realiza con granos de destilería, aportando energía y proteína, el efecto sobre la performance productiva es mayor aun, llegando a alcanzar una eficiencia de uso del suplemento de 3 kg de DDGS por cada kg de peso vivo adicional logrado.

Los resultados generados en la UPIC con relación al uso de la sombra artificial en sistemas de invernada sobre praderas, demuestran que el ganado enfrenta durante el periodo estival, condiciones de estrés térmico que afectan de forma sistemática su productividad. En este sentido, ganado de carne en condiciones de pastoreo con acceso a sombra durante el

Cuadro 5. Efecto de la sombra en un feedlot de novillos Hereford en engorde durante el verano (Beretta et al., 2010)

	Sin sombra	Con sombra	Valor de P
Ganancia diaria de peso (kg/animal)	1,17	1,40	0,061
Consumo de materia seca (kg/día)	7,8	7,9	0,310
Conversión del alimento	6,8:1	5,7:1	0.122

## Agradecimientos

Los autores desean dejar expresa constancia de su agradecimiento a todos los estudiantes que, al realizar su tesis de grado o de posgrado, participaron activamente en la generación de la información presentada en este artículo.

## Referencias bibliográficas

Beretta V, Simeone A, Baldi F. 2003. Spring grazing management of steers and calves on a mixed grass-legume pasture. In: 'Proceedings of the 9th World Animal Production Conference'. p. 68. (SBZ: Porto Alegre, Brasil.)

Beretta V, Simeone A, Cortazzo D, Viera G. 2010. Efecto de la sombra en corrales de engorde durante el verano sobre la performance de vacunos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(supl. 1), 433-557.

Beretta V, Simeone A, Elizalde JC, Baldi F. 2006. Performance of growing cattle grazing moderate quality legume-grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46, 793-797.

Beretta V, Simeone A, Casanova D., Taño M Tagliani E, Burjel MV, Zabalveytia N. 2019. Efecto de la suplementación con DDGS en novillos pastoreando sorgo forrajero. In: 21a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, Facultad de Agronomía.

Cortazzo, D., Marchelli, G. Viera, A. Zabalá. 2007. Manejo del pastoreo sobre pasturas mejoradas durante el periodo estival. Tesis de grado. Facultad de Agronomía – Universidad de la República. 126 p.

Cruz y Saravia (2008), Cruz G, Saravia C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia*, 12: 56-60.

verano experimentan ganancias de peso superiores a aquellos animales que no tienen acceso a esa sombra. La magnitud de ese incremento en performance animal para animales que están pastoreando praderas permanentes, está en torno al 30% aproximadamente (200 gramos/día en una performance testigo de 700 gramos/día). En base a estas evidencias, actualmente, la práctica de encierre de los animales con sombra y agua durante las horas de mayor calor ha sido incorporada al manejo de rutina de las categorías en crecimiento en la UPIC.

Los resultados positivos observados en la performance animal (250 gramos/día de mejora durante el verano), de ganado de recría pastoreando campo natural asociado a la forestación, por el acceso voluntario a sombra natural de montes, pone de relieve, la sinergia entre los rubros de ganadería y forestación.

La magnitud del efecto benéfico de la sombra para animales en condiciones de feedlot durante el verano en términos de performance animal ha sido de 17% (200 gramos en una performance testigo de 1200 gramos/día). Estos resultados parecerían sugerir que la posibilidad de disponer de sombra en sistemas de confinamiento que encierran ganado durante el verano, podría constituir un elemento a tener en cuenta a la hora de la planificación de las instalaciones del feedlot.

Si bien, los resultados obtenidos evaluando el acceso a la sombra tanto en animales en pastoreo como en condiciones de feedlot parecerían sugerir que el acceso a sombra podría ser un elemento de impacto en la performance animal en ganado de carne, se destaca la necesidad de realizar experimentos plurianuales que permitan cuantificar la incidencia del efecto año en este tipo de experimentos, tanto en lo que respecta a la disponibilidad y calidad del forraje en el caso del pastoreo, temperatura y lluvia registradas en cada año, así como el efecto de la categoría animal, el biotipo, la ubicación geográfica de los corrales, y las características de la dieta en el caso del feedlot.



Gaughan JB, Bonner S, Loxton I, Mader TL, Lisle I, Lawrence L. 2010. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 88: 4056-4067.

Mader TL. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *Journal of Animal Science*, 81: E110 - E119.

NRC. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington: National Academy Press. 152p.

NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Washington: National Academy Press. 232p.

SCA. 2007. Standing Committee on Agriculture. 2007 'Feeding standards for Australian livestock. Ruminants.' (CSIRO Publishing: Melbourne.)

Simeone A (2000) Producción Intensiva de Carne (II). *Revista de Fucrea* 205, 16-19.

Simeone, A., Beretta, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? In: *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne*. Estación Experimental M. A. Cassinoni. Paysandú. p. 10-17.

Simeone A, Beretta, V, CAORSI. J. 2014. Forestación y Ganadería: cuantificando el efecto de la sombra y el abrigo de los montes sobre la performance animal. 16ª *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne*. Facultad de Agronomía p. 24-27, 2014

St-Pierre N, Cobanov RB, Schnitkey G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86: E52 – E77.

Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL and Gaughan JB. 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 89: 2911-2925

# Manejo reproductivo de la majada: oportunidades para la profesión Veterinaria

**Sergio Fierro DCV; MRA; DCA**

Área de Transferencia de Tecnología  
Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL)  
sfierro@sul.org.uy - sfierro33@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es discutir y profundizar diferentes alternativas existentes para el manejo reproductivo de la majada, donde el profesional Veterinario tiene importantes oportunidades de actuación técnica. El trabajo conjunto con otras profesiones del agro, la interacción con productores, encargados, trabajadores, es un trabajo de extensión - transferencia - servicio técnico, para el cual debemos formarnos continuamente. De esa manera, podremos intentar diagnosticar el / los problemas que impiden el logro de mejores indicadores reproductivos, comprender el porqué se realizan las cosas de determinada manera en el sistema y plantear recomendaciones adecuadas. El lector encontrará en el documento, una rápida revisión de diferentes aspectos del manejo general, sanitario, nutricional, reproductivo y un incentivo a participar de una materia donde como profesión, podemos aportar aún más: el manejo reproductivo ovino en el contexto del sistema de producción.

## SUMMARY

The objective of this work is to discuss different existing alternatives for the reproductive management of the flock, where the Veterinary professional has important opportunities for technical action. The joint work with other agricultural professions, the interaction with producers, managers, workers, is a work of extension - transfer - technical service, for which we must continuously train. In this way, we will be able to try to diagnose the problem(s) that prevent the achievement of better reproductive performance, understand why things are done in a certain way in the system, and make appropriate recommendations. The reader will find in the

document a quick review of different aspects of general, sanitary, nutritional, and reproductive management and an incentive to participate in a subject where, as a profession, we can contribute even more: sheep reproductive management in the context of the production system.

**PALABRAS CLAVE:** ovinos, reproducción, sistema de producción, sincronización, inseminación, diagnóstico de gestación.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta publicación es la de abordar diferentes aspectos teóricos y aplicados del manejo reproductivo de la majada, desde el punto de vista de los diferentes aportes que la profesión Veterinaria puede realizar, para la mejora del procreo ovino, iniciando desde una metodología de diagnóstico de situación del sistema de producción, hasta la sugerencia y aplicación de las medidas correctivas necesarias.

Existen diversas tecnologías generadas a nivel local e internacional, validadas en nuestros sistemas de producción, que permitirían una mejora sustancial de los resultados productivos y reproductivos. Sin embargo, no dejan de ser más que un menú de herramientas, del cual, según el sistema de producción que se trate, los técnicos tenemos posibilidad, junto con los productores, de determinar cuál de ellas es la apropiada para aplicar en cada lugar en particular. Como el lector podrá comprobar, existen múltiples oportunidades de trabajo y desarrollo técnico para nuestra querida profesión Veterinaria, eso sin dejar de reconocer lo favorable y oportuno del trabajo multidisciplinario, abordando el sistema de producción desde diferentes puntos de vista. Además, también

encontrará que no hay recetas a aplicar, sino que la mayoría de los temas quedan abiertos para ser evaluados en base al discernimiento del profesional actuante.

La eficiencia biológica y económica de los sistemas de producción animal es determinada en gran medida, por la eficiencia del proceso reproductivo (Azzarini 2004). Existen diferentes herramientas tecnológicas disponibles para la mejora de los indicadores reproductivos (Azzarini 2000; Bonino 2004). Sin embargo, a pesar de que en diferentes situaciones productivas estas herramientas de manejo han sido utilizadas y los indicadores reproductivos globales se han visto incrementados, el potencial reproductivo de la especie ovina sigue siendo lejano de alcanzar. Los magros indicadores reproductivos promedio obtenidos en nuestros sistemas de producción (65 a 70% de señalada), determinan un limitado número de hembras de reposición y de animales para terminación y venta en la cadena cárnica, así como la pérdida en producción de lana de ovejas gestantes que paren y no logran llegar a la señalada con su/sus corderos vivos. Esto conlleva a menores ingresos para el productor y el país, así como la dificultad de mantener o recuperar el stock ovino.

Resulta difícil separar el manejo reproductivo “per-se” del manejo general, nutricional y sanitario de la majada. Y la dificultad es aún mayor si lo contemplamos desde un punto de vista clínico-reproductivo. Por ende, muchas de las herramientas que abordaremos escapan un poco solo a lo específicamente reproductivo. Como todos sabemos, no hay un sistema de producción igual a otro, los pilares de la producción (manejo, nutrición, sanidad, mejoramiento genético y recursos humanos), son claves para la definición del sistema y las diferencias entre ellos, siempre juegan un rol preponderante. A continuación, se pasarán a definir diferentes herramientas tecnológicas validadas e intentar dejar información disponible para la ayuda en la discusión técnica profesional.

### Aspectos relacionados a las características del sistema

Ante la consulta por bajos resultados reproductivos de la majada, lo primero a aplicar es una metodología de diagnóstico de situación del sistema y así determinar el momento y las causas por las que ocurren las pérdidas reproductivas. En ese sentido, es necesario realizar un diagnóstico integral, más allá del rubro ovino en particular (Chia et al. 2003). Evaluar la necesidad de ajustes de la carga animal, de la relación lanar - vacuno, evaluación de las instalaciones, del gusto por el rubro, de la disponibilidad y capacitación de los recursos humanos.

En lo que al rubro ovino se refiere, se sugiere comenzar con una anamnesis remota y próxima de aspectos de manejo, nutricionales, sanitarios y generales; con el estudio de la estructura de la majada, de los registros reproductivos (cálculo de los indicadores reproductivos; Cuadro 1), con los registros sanitarios (existencia o no de planes sanitarios e información de efectividad de drogas antihelmínticas, niveles de mortalidad adulta y de la recría) y el intercambio con técnicos de otras profesiones, productor, encargado y los trabajadores del lugar. Estas acciones, mas la recorrida de campo y la evaluación de algunas categorías como los carneros (en busca de patologías crónicas) y las borregas a encarnerar o encarneradas (en busca de problemas de desarrollo asociado a inadecuado manejo nutricional y/o sanitario), muchas veces es suficiente para encaminar un diagnóstico de situación, pasar a la etapa de aceptación del problema y búsqueda de posibles soluciones. Y me gustaría hacer hincapié, que este “diagnóstico” culmina siendo un diagnóstico del estado de salud del sistema como un todo; y recordar también que nosotros trabajamos con personas que toman decisiones, que las toman por diversos motivos y hasta ahí nosotros tenemos que llegar en el diagnóstico (Chia et al. 2003). En resumen, saber qué es lo que se realiza, lograr entender porqué y en conjunto aplicar las medidas que sean adecuadas para ese sistema en particular.

## Elección de la época de servicios

Los servicios de otoño son reproductivamente ventajosos respecto a los de primavera o verano (Azzarini y Ponzoni, 1971), basado en el fotoperíodo favorable al momento del servicio, el ajuste de los mayores requerimientos de la majada con las curvas de producción del campo natural y la parición en primavera. Sin embargo, la discusión en torno a los posibles temporales existentes al momento de los partos (que determinan pérdidas por el complejo inanición exposición), así como las complicaciones con miasis de los corderos pos-señalada, hacen que esta elección sea un tema de debate constante. Existen herramientas disponibles como el Chill Index Pro (INIA-SUL-UdeLaR) que indica las probabilidades de ocurrencia de eventos climáticos desfavorables para los corderos recién nacidos, manejando un historial de más de 30 años; así como cambios en el manejo de las ovejas a la parición (ejemplo loteo por momentos de parto), que permitirían señalar la mayoría de los corderos fuera de la época más problemática de miasis. Ambas herramientas, podrían aportar información para la ayuda en la toma de decisión del momento de inicio de los servicios más adecuado dentro del otoño.

Sin embargo, en sistemas de producción principalmente de carne, con el uso de otros re-

ursos nutricionales y genéticos que permiten crecimientos diferenciales de los corderos, es interesante evaluar el efecto de ese cambio del momento del servicio, con el peso y momento de venta de los corderos, liberando al sistema de una categoría muy sensible sanitariamente, bajando carga animal y dando lugar a una majada de cría de mayor número de vientres (Bianchi 2014). En este punto, como en los demás, insistiré que el colega Veterinario tiene grandes aportes a la toma de decisiones.

## Preparación de los animales para la época de reproducción

### Sanidad general

Las afecciones podales y las parasitosis gastro-intestinales son los principales problemas sanitarios que afectan los ovinos en nuestro país (Bonino y Casaretto, 2012). El Footrot genera pérdidas de estado corporal y bienestar animal que impactan directamente en los indicadores reproductivos (Mederos et al. 2002), pero existen metodologías validadas para controlarlo y erradicarlo (Bonino y Casaretto, 2012). Por su parte, las parasitosis gastro-intestinales representadas principalmente por las haemonchosis, generan pérdidas productivas y de animales (Bonino y Casaretto, 2012). Además, existe una estrecha relación entre la carga parasitaria y los niveles de pérdidas re-

Cuadro 1: Indicadores reproductivos, definición y cálculo.

Indicador Reproductivo	Formas de cálculo
<p><b>Fertilidad ó Preñez (%)</b> Aporta información de cuantas ovejas quedaron gestantes respecto a las que ingresaron a la encamurada.</p>	$\frac{(\text{Ovejas preñadas a la ecografía} / \text{ovejas encamuradas}) \times 100}{(\text{Ovejas paridas} / \text{ovejas encamuradas}) \times 100}$
<p><b>Prolificidad</b> Refiere a la cantidad de corderos ecografiados por oveja gestante a la ecografía ó a la cantidad de corderos obtenidos por oveja parida.</p>	$\frac{\text{Corderos ecografiados} / \text{ovejas preñadas a la ecografía}}{\text{Corderos nacidos} / \text{ovejas paridas}}$
<p><b>Fecundidad</b> Refiere a la cantidad de corderos ecografiados ó a corderos obtenidos por oveja encamurada.</p>	$\frac{\text{Corderos ecografiados u obtenidos} / \text{ovejas encamuradas}}{\text{Fertilidad} \times \text{Prolificidad}}$
<p><b>Sobrevivencia (%)</b> Porcentaje de corderos que nacen y llegan vivos a la señalada.</p>	$(\text{Corderos señalados} / \text{corderos nacidos}) \times 100$
<p><b>Señalada o Tasa reproductiva (%)</b> Cantidad de corderos señalados respecto a las ovejas encamuradas.</p>	$(\text{Corderos señalados} / \text{ovejas encamuradas}) \times 100$ $\text{Fertilidad} \times \text{Prolificidad} \times \text{Sobrevivencia}$



productivas, con disminución en la fertilidad, tasa ovulatoria e incrementos en las pérdidas embrionarias, a medida que la carga parasitaria se incrementa (Fernández Abella et al. 2006a,b). Se ha identificado un nivel de 900 HPG individual por sobre el cual esas pérdidas ocurren (Fernández Abella et al. 2008).

Existen otros problemas sanitarios a atender en base a la epidemiología y el diagnóstico: prevención de las enfermedades clostridiales por los manejos en las inseminaciones, aplicación de hormonas, suplementaciones, acidosis por suplementaciones, toxemia de la preñez, entre otras (Bonino y Casaretto, 2012), que escapan al principal objetivo de este documento.

El profesional Veterinario tiene un lugar indiscutido en el mantenimiento de la salud animal a través de la planificación, seguimiento, ejecución y ajustes de planes sanitarios específicos para cada sistema de producción en particular.

### **Sanidad reproductiva de machos y hembras**

El examen de aptitud reproductiva potencial de los carneros y ovejas, forma parte de la planificación sanitaria integral de la majada y una puerta de entrada para un abordaje global del Veterinario al establecimiento.

En el caso de los carneros, el objetivo de esta evaluación clínica es la de proveer un juicio sobre la habilidad potencial de los machos para lograr un comportamiento reproductivo satisfactorio durante el servicio de la majada (Ley et al. 1990) y además evitar utilizar animales con caracteres indeseables productivos o reproductivos. Diferentes metodologías de trabajo han sido descritas para su realización, marcando una forma metódica de revisión (Galloway 1982; Castrillejo 1987; Fierro 2020). Sin embargo, lo importante es que cada profesional adopte la manera que considere más práctica a su forma de trabajar y mantenga el método, para evitar olvidos. En términos generales, el examen de aptitud reproductiva po-

tencial del carnero se compone de un examen objetivo general del lote, un examen clínico general individual, un examen objetivo particular de aparato reproductor y en caso necesario pruebas para-clínicas. La mayoría de las alteraciones que afectan la aptitud y capacidad reproductiva de los carneros podrían ser diagnosticadas fácilmente mediante este método (ver: Gouletsou y Fthenakis, 2010). Además, ha sido considerado más relevante para una correcta predicción de fertilidad que el uso de la evaluación seminal en forma aislada (Castrillejo 1987; Fthenakis et al. 2001). Según relevamientos realizados, el 24,4% de los carneros utilizados eran considerados no aptos para la reproducción, con Footrot y epididimitis como principales causas (Castrillejo et al. 1990; Mederos 1995). Trabajos posteriores diagnosticaron un 7,8% de reproductores no aptos, con Footrot y patologías testiculares como principales afecciones (Marinho y Moraes, 2008).

Por su parte, el examen de aptitud reproductiva de la hembra refiere a la búsqueda de animales que sean aptas para gestar y destetar un cordero. La selección de animales de dentición adecuada, libres de afecciones podales y sin lesiones de ubre, es parte de la metodología propuesta (SUL 2018). En el caso de la ubre en muchas ocasiones se verifica que no es revisada específicamente y su incorrecto funcionamiento determinará la muerte del o los corderos. Hemos podido constatar que en majadas de lana fina, sobre campos de Basalto, que se vienen revisando pre-servicio año a año, luego de realizar el refugo por edad (“boqueo”), existe un 1 a 1,5% de animales refugo por alteraciones en la ubre.

### **Manejo nutricional**

El monitoreo del estado corporal en momentos clave, como por ejemplo pre-servicio y pre-parto, es de suma importancia para actuar sobre las ovejas que necesiten más y mejor atención desde el punto de vista nutricional (SUL 2018). Las ovejas deberían llegar al servicio con un mínimo de 2,75 a 3,0 puntos de estado corporal (escala 0 a 5; Russel et al.

1969), punto identificado como de quiebre para la obtención de buenos resultados reproductivos (Menchaca et al. 2003). Estados corporales inferiores a esos límites, han determinado incrementos en pérdidas reproductivas tempranas (Fernández Abella y Formoso, 2007).

La nutrición influye sustancialmente sobre el potencial reproductivo (Smith y Stewart, 1990; Banchemo y Quintans, 2005; Scaramuzzi et al. 2010), siendo ampliamente conocidos los efectos estático, dinámico e inmediato de la nutrición en la reproducción. El efecto estático refiere a lo favorable de llegar con ovejas con mayor peso vivo y/o estado corporal al servicio (Knight et al. 1975; Rhind y McNeilly, 1986), donde cada kilogramo incremental ha sido relacionado a un incremento de 1,7 puntos porcentuales de corderos nacidos (Ganzábal et al. 2003). Cuando el peso crítico no es superado, también se afecta la fertilidad (Azzarini y Ponzoni, 1971). Recientes reportes indicaron la importancia del consumo total de energía para que se produzca la ovulación (Banchemo et al. 2021). Por su parte, el efecto dinámico está relacionado con mejoras del peso vivo y estado corporal mediante la aplicación de tratamientos nutricionales de duración media a larga (Azzarini y Ponzoni, 1971). El uso de pasturas o suplementos con alta cantidad de proteínas administradas desde 15 días antes hasta 15 días de iniciado el servicio, son alternativas validadas para su aplicación (SUL 2018). Muchas veces en nuestros sistemas de producción extensivos del norte, una evaluación del estado corporal acompañado de un ajuste de carga animal, es suficiente para lograr los efectos nutricionales mencionados previamente, a través de una mejora en la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido a los animales con menor estado.

Finalmente, el efecto inmediato de la nutrición en la reproducción refiere a mejoras nutricionales de corto plazo, sin alteración del peso vivo o estado corporal, asociados a rápidos cambios metabólicos (Viñoles et al. 2005), pero que determinan incrementos en la tasa ovulatoria, prolificidad (rev: Viñoles 2003; Banchemo

et al. 2006a) y por ende en la fecundidad. Es necesario la aplicación del tratamiento nutricional focalizado en momentos específicos del ciclo estral, sobre la última onda de desarrollo folicular (Días 8 a 14 del ciclo estral; rev: Viñoles 2003). Para ello, se requiere el control del ciclo estral a través del uso de la sincronización de celos, tema que abordaremos más adelante en el documento. Para el caso de la alimentación focalizada han sido reportadas diferentes alternativas tales como: combinación de harina de soja y maíz administrada por 7 días (Viñoles et al. 2009), o solo harina de soja (Errandonea et al. 2018; Olivera-Muzante et al. 2019), lupino administrado durante 6 días (Viñoles et al. 2009), expeler de girasol o bloque proteico comercial por 10 días (Banchemo y Quintans, 2008), pastoreo de *Lotus corniculatus* por 12 días (Viñoles et al. 2009), *Lotus pedunculatus* por 12 a 17 días (Banchemo et al. 2009), entre otros.

Respecto al uso de la nutrición para la mejora en la sobrevivencia de los corderos al parto, existen reportes de investigación validados en nuestros sistemas, donde mejoras nutricionales energéticas de corta duración (una semana a 10 días), impactan positivamente sobre el período de lactogénesis II (Banchemo et al. 2006b), mejorando calidad y cantidad del calostro y por ende la cantidad de corderos vivos (Banchemo et al. 2009).

Nuevamente es necesario enfatizar la importancia del colega Veterinario en la definición y aplicación de estas herramientas en los sistemas, no solo desde el punto de vista sanitario que su aplicación conlleva, sino desde un punto de vista del sistema de producción.

### **Diagnóstico de gestación y atención diferencial**

La determinación de la carga y edad fetal, asociando el estado corporal y edad de la oveja, permitirá la atención de animales con mayores requerimientos (ovejas con gestaciones múltiples, ovejas de avanzada edad o bajo estado corporal, borregas gestantes; SUL 2018).

Cuántos lotes y cuántos animales se podrán atender, dependerá del sistema. Otros aspectos del diagnóstico de gestación se desarrollan más adelante en el documento.

### Esquila pre-parto y cuidados a la parición

La esquila pre-parto realizada en el momento y forma adecuada (al menos 30 días antes del primer parto), asociada a los puntos tratados previamente y a los cuidados necesarios durante la parición, son herramientas de manejo de alto impacto en la sobrevivencia de los corderos (Banchero et al. 2010; SUL 2018). Se han desarrollado múltiples alternativas para la protección de la majada en parición, tales como los encierres extensivos y encierres individuales pos-parto (SUL 2018), donde el uso de predictores de condiciones adversas para corderos recién nacidos (INIA-SUL-UdelaR) y la edad gestacional diagnosticada por la ecografía, son de amplia ayuda para su aplicación. El control de depredadores mediante barreras mecánicas y/o biológicas (SUL 2018), es indispensable en algunas zonas del país por la incidencia que tienen sobre las pérdidas reproductivas.

### Capacitación e incentivo de los recursos humanos

Este punto es fundamental desde el diagnóstico de situación, porque definirá qué tecnologías podremos proponer que se adapten al sistema en cuestión. La mayor capacitación e incentivo posible determinarán gran parte del éxito de las propuestas y los profesionales Veterinarios tenemos las herramientas para apoyar dicho proceso.

### Aspectos específicos de la reproducción

Pasamos ahora a abordar aspectos netamente de la reproducción, donde la profesión tiene amplias posibilidades de actuación.

### Sistemas de servicios (monta a campo e inseminación)

La *monta a campo* de las ovejas en celo natural, se sugiere realizarla con carneros aptos al 3 - 4% (SUL 2018). Existen buenas experiencias de campo con 0,5 a 1,5%, con encierres nocturnos de la majada, colocando los carneros de tardecita y retirándolos de mañana. Respecto a las borregas, manejarlas en lote aparte de las ovejas adultas y utilizando carneros adultos, es una medida de manejo favorable para mejorar los resultados de su servicio.

En cuanto a la *inseminación artificial*, existen diferentes vías (cervical, trans-cervical, intrauterina), pero nos concentraremos en la vía cervical "tradicional" con celo natural detectado, inseminando con semen fresco (Durán del Campo 1980). No es común en términos generales encontrar inseminaciones de más de 20 - 25 días, permitiendo el servicio en otoño de más del 80% de la majada, con tasas de no retorno al celo en el rango de 60 - 70%. Completando el período de servicio (37 - 40 días) con repaso de carneros. Las ovejas pasan por los bretes durante al menos 20 - 25 días y estas concentraciones de animales serán factor favorable para brotes de enfermedades infecto-contagiosas. En ocasiones, por brotes de Footrot, se ha decidido culminar antes de tiempo el trabajo por el estado sanitario podal inadecuado para continuar, debido a su impacto sobre la expresión de celos y fertilidad posterior. Además, la majada estará encerrada en las plazoletas de detección de celos durante las horas de mayor consumo, por ende, existirán pérdidas de estado corporal. El adecuado estado corporal de la majada al iniciar la inseminación es primordial, principalmente por las pérdidas de prolificidad y por el estado en el cual culminará pos-inseminación, estando a fines de otoño e ingresando al invierno.

La planificación del trabajo de inseminación desde la preparación de la majada (sanitaria, nutricional, selección de animales; Fierro 2014), el asesoramiento en la compra de los carneros, la supervisión del entrenamiento de

los carneros para la extracción seminal, la cirugía para generar retarjos o la preparación de los capones androgenizados, la evaluación de las instalaciones y los potreros necesarios, así como la capacitación y dirección del personal, son todas oportunidades laborales para los profesionales Veterinarios.

## Manejo de la dispersión de los celos

Es una alternativa viable y su uso está en rápida expansión. Varias de las dificultades de la realización de inseminaciones a celo natural, se minimizan mediante el uso de la sincronización de celos, existiendo mucha información disponible, desde una sincronización básica hasta los servicios de inseminación a tiempo fijo (IATF), permitiendo entre otras cosas, disminuir la cantidad de días de trabajo. En términos generales, los protocolos hormonales disponibles para los servicios en estación reproductiva son en base a progestágenos (con o sin eCG) o en base a análogos sintéticos de prostaglandina (Menchaca y Rubianes, 2004; Fierro et al. 2013; González-Bulnes et al. 2020). El protocolo a elegir debería estar basado en el objetivo del productor (qué nivel de sincronización desea, qué porcentaje de ovejas pretende preñar con ese servicio, etc.), las características del sistema donde se aplicará (comodidades para el trabajo, cantidad de ovejas, manejos a la parición, etc.) y los costos asociados. Si bien existen trabajos que han calculado los costos de aplicación de diferentes sistemas de sincronización de celos (Olivera Muzante 2005, 2017, 2018), se comprende la necesidad de que el técnico asesore al respecto según cada caso en particular.

Atentos a las alternativas más prácticas, existen en el mercado diferentes *análogos sintéticos de prostaglandinas*, que utilizados a las dosis prescritas, son todos efectivos: D-Cloprostenol (75 µg por inyección), DL-Cloprostenol (125 µg por inyección), Delprostenate (160 µg por inyección; Fierro et al. 2013). A mayor cantidad de inyecciones de prostaglandina aplicadas, se obtiene más cantidad de ovejas en celo con mayor concentración (Fierro et al.

2013). Si bien existen experiencias de campo con la aplicación de menos concentración de dosis por animal, ello conlleva a diferencias en la respuesta al tratamiento y puede resultar altamente perjudicial en casos de IATF, donde la sincronización debe ser lo más precisa posible. Se sugiere manejarse siempre con las dosis que determinan una respuesta predecible y repetible.

Son conocidos los bajos resultados obtenidos con la aplicación de una dosis de prostaglandina y el uso del celo inducido inmediato. Recientes reportes han vinculado la baja fertilidad al escaso nivel de progesterona previo (Fierro et al. 2016). Esto permitió el desarrollo de protocolos de mayores intervalos de duración entre las dosis, los cuales permitirían la inseminación sobre los celos inducidos con prostaglandina. Son protocolos de 14 a 16 días de duración entre las dosis, que logran aceptables resultados de fertilidad (Fierro et al. 2017; Fierro y Olivera Muzante, 2017), sin afectar la tasa ovulatoria y prolificidad (Olivera Muzante et al. 2020).

A modo de ejemplo, se plantean a continuación algunas opciones validadas en Uruguay para trabajar sobre celos naturales pre-sincronizados o inducidos:

- a) *Aplicación de una dosis de prostaglandina* y 13 a 15 días más tarde se comienza a detectar celos para inseminar. Es un protocolo muy simple, 70 - 80% de las ovejas inyectadas demuestran celo, concentrándolos en unos 10 - 12 días. Es un buen protocolo para aplicar en majadas grandes de manejo extensivo. En general se utiliza para realizar inseminación, por lo tanto hay que detectar celos mediante el uso de capones androgenizados o de retarjos, los cuales deben ser utilizados al 4%. En el caso que se quisiera realizar encarnerada a campo en lugar de inseminación, los carneros pueden ser manejados también al 4%.
- b) *Aplicación de dos dosis de prostaglandina* separadas 7 días, iniciando la detección de



celos 13 a 15 días más tarde de administrada la última dosis. Es un protocolo simple, práctico y muy efectivo. En unos 6 a 8 días más del 90% de las ovejas inyectadas demuestran celo. Se sugiere para majadas de no más de 600 - 800 animales, ya que el pico de celos puede llegar a 20 - 30% de las ovejas. Para el caso de usar inseminación, se debe detectar celos con capones androgenizados o retarjos, que deben ser utilizados a un porcentaje de 5 a 6%. Si en lugar de inseminación se opta por encarnerada a campo, los carneros deben ser utilizados al 6 a 8%.

En ambos casos estamos sirviendo ovejas pre-sincronizadas, o sea, aplicamos la prostaglandina, dejamos pasar el celo inducido por esa hormona y trabajamos sobre el siguiente celo natural, contando entonces con una fertilidad normal pero trabajando menos días. Respecto a los capones, deben ser preparados con tiempo, existiendo diferentes protocolos de androgenización, a manera de ejemplo: una dosis de testosterona de 200 mg y a la semana una segunda dosis de 100 mg, iniciando la detección de celos al menos 24 - 48 horas pos segunda inyección.

**c) Protocolos para inseminación a tiempo fijo en base a dos dosis de prostaglandina.** Se aplica una dosis de prostaglandina y a los 15 días se aplica la segunda dosis. Se inseminan todas las ovejas a las 56 horas promedio de aplicada la segunda dosis. Es un protocolo muy intensivo y efectivo. Al momento de inseminar, más del 90% de las ovejas inyectadas están en celo, se sugiere utilizarlo en lotes de hasta 300 - 350 animales, solamente para inseminación y debe asegurarse adecuada cantidad de carneros entrenados con semen de buena calidad y dosis espermáticas altas. En este caso trabajamos sobre un celo inducido muy sincronizado, siendo la fertilidad de en torno al 55%.

Para los tres casos presentados, luego de culminado el servicio sincronizado (por inseminación o carneros), se recomienda el repaso

con carneros al 4% hasta completar un total de 37 - 40 días de servicio, contando desde la primera oveja servida de la sincronización. La majada queda preñada de manera concentrada en dos picos, uno del servicio sincronizado y otro del repaso. Las validaciones de estos sistemas de servicios realizadas en nuestro país, han demostrado la posibilidad de manejar los celos sin afectar los resultados reproductivos globales del sistema (Olivera Muzante 2017).

### Control del proceso reproductivo

El seguimiento reproductivo a través de *carneros con arneses ó pintados en el pecho* con la tierra de color, permite un control de los animales que reciben servicio. Este puede ser diario, semanal o en cada ciclo estral, de manera de poder realizarlo en majadas donde no se realizará ecografía por diversos motivos. De todas maneras, permitiría un ajuste de menor grado en cuanto al manejo peri-parto. La preparación de las pinturas es un tema que está en discusión, buscando minimizar la presencia de residuos en lana. En lo que refiere a los colores, hemos tenido problemas con sub detección de celos cuando se utiliza el color amarillo, dado que la tierra de los corrales pegada sobre el color, más la cantidad de luz que hay al momento de la detección, conlleva la pérdida de ovejas que habían sido pintadas pero que no se ven claramente. En algunos establecimientos se opta por pintar capones androgenizados o retarjos al finalizar los períodos de servicios, con la finalidad de identificar las ovejas no gestantes y retirarlas del lote para venta o consumo.

### Diagnóstico de gestación

La evaluación del *desarrollo de la ubre pre-parto* es una técnica de fácil aplicación, bastante utilizada en nuestros sistemas extensivos con razas de baja prolificidad, donde por el desarrollo y calor de la ubre, se pueden separar tres lotes (parto cercano, parto medio y cola de parición). Cuenta con la ventaja de ser rápida, con la oveja en estación en el tubo y muy segura en cuanto al diagnóstico de gestante.

Como desventajas, hay que realizarla cercano al parto, no podemos diagnosticar las ovejas con gestaciones múltiples y pueden existir algunos errores en borregas por su tardío desarrollo de ubre (SUL 2018). La combinación de la detección del momento de los servicios con los carneros pintados ó los capones androgenizados en la inseminación, con la evaluación del desarrollo de la ubre, permitiría ajustar aún más el manejo pre-parto.

Sin dudas la *ecografía* cumple un papel preponderante en el manejo reproductivo de la majada (Viñoles et al. 2010; Fierro 2020) y es una gran puerta de ingreso de la profesión Veterinaria a los establecimientos. Permite el diagnóstico de la carga fetal y por ende atender diferencialmente a ovejas con gestaciones múltiples; la determinación de la edad fetal y con ello la separación en lotes de parición facilitando el manejo nutricional y la atención durante los partos; el retiro de ovejas no gestantes de la majada, lo cual si bien en nuestros sistemas del norte del país no pareciera ser un factor primordial, si lo es en sistemas más intensivos de menor escala, donde el recurso espacio y alimento pesa mucho en la ecuación y esas ovejas pueden ser comercializadas; por último permite la determinación del sexo y la detección - cuantificación de pérdidas reproductivas.

Se considera adecuado realizar la ecografía a partir de los 30 hasta los 60 días de retirados los carneros, de manera que, en un período de servicios de 40 días, la gestaciones de mayor edad tendrán no más de 100 días (y serán la mayoría) y las de menor edad gestacional de 30 días (serán las menos). El momento más adecuado para maximizar la precisión del diagnóstico, deberá determinarlo el colega Veterinario ecografista, teniendo en consideración su experiencia en el diagnóstico y el equipo con que cuente. Existen hoy en día múltiples tipos de ecógrafos que han permitido una expansión lenta pero segura de la técnica y estamos viviendo un cambio de paradigma en cuanto a su metodología de realización, pasando lentamente de la oveja sentada a la

oveja en estación en el tubo, en cepos de volteo ó en cepos portátiles como se realiza en Oceanía. Son pequeños grandes aportes que ayudan a la adopción de la tecnología por parte de los productores. Nuestra profesión tiene un gran camino para recorrer y aportar al rubro en este sentido.

### Pérdidas Reproductivas

Existen diversas pérdidas a lo largo del ciclo reproductivo (servicio - señalada), que impactan en el resultado final. El principal momento de pérdidas observables de corderos es el peri-parto, relacionadas principalmente al bajo estado corporal pre-parto de la oveja, que determinan corderos de poco peso y por ende menor sobrevivencia; así como también a factores ambientales adversos al momento del parto (Mari 1987). Estos factores incrementan su importancia cuando nos referimos a ovejas con carga fetal múltiple.

Más allá de esto, existen otras pérdidas que ocurren en momentos no tan visibles (período desde el servicio - tasa ovulatoria - ecografía - parto) que por no ser tan evidentes, muchas veces se subestiman. En ese sentido, recientes estudios locales, han demostrado que en majadas prolíficas, existen altos niveles de pérdidas reproductivas parciales (mayores cargas embrionarias y/o fetales respecto a la tasa ovulatoria). Éstas pérdidas entre la tasa ovulatoria y la ecografía embrionaria tardía, representan un 25,5% y ascienden al 33,3% cuando el período de evaluación va hasta la ecografía fetal temprana; siendo mayores cuanto mayor es la tasa ovulatoria (Durán et al. comunicación personal). En cuanto a causas infecciosas de pérdidas reproductivas, recientes reportes que estudiaron 100 fetos abortados, señalan a *Toxoplasma gondii* (27%) y *Campylobacter fetus subspecies fetus* (5%), como las principales causas de abortos en Uruguay (Dorsch et al. 2022).

La aplicación de un sencillo método de diagnóstico del momento de pérdidas (Azzarini 1984), identificando ovejas gestantes a la

ecografía y verificando a la señalada signos de parto y lactación (manchas en zona perineal, desarrollo de ubre, presencia de leche, limpieza de los pezones), permite el diagnóstico del momento en que ocurrieron las pérdidas, y le ofrece a los colegas de la profesión Veterinaria una herramienta de ingreso a los establecimientos, diagnóstico y aplicación de tecnologías para minimizar las pérdidas.

## CONCLUSIONES

Existe información generada y validada en nuestro país que permitiría mejorar los indicadores reproductivos globales, a punto de partida de un mejor manejo reproductivo con visión integral del sistema. La profesión Veterinaria tiene mucho para aportar al rubro desde el diagnóstico de situación de cada sistema, la planificación sanitaria, reproductiva y general, el apoyo en la toma de decisiones, la formación de recursos humanos, el ofrecimiento de servicios y la generación de nuevo conocimiento.

## AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Julio Olivera, Jorge Gil y Georget Banchemo por los importantes aportes recibidos al documento.

## BIBLIOGRAFÍA

Azzarini M. 1984. Métodos para el estudio de la reproducción de majadas. Boletín Técnico Ovinos y Lanos. Publicación del Secretariado Uruguayo de la Lana – SUL 13:1-22.

Azzarini M. 2000. Una propuesta para mejorar los procreos ovinos. Publicación SUL. 3-35.

Azzarini M. 2004. Potencial reproductivo de los ovinos. Producción Ovina 16:5-17.

Azzarini M., Ponzoni R. 1971. Aspectos modernos de la producción ovina. Montevideo.

Banchemo G., Quintans G. 2005. Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos

extensivos. Serie de Actividades de Difusión, 401,17-31.

Banchemo G., Fernández M.E., Ganzábal A., Vázquez A., Quintans G. 2006a. Manejo genético y nutricional para aumentar la tasa mellicera de nuestras majadas. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría 71-6.

Banchemo G., Perez Clariget R., Bencini R., Lindsay D., Milton J., Martin G.B. 2006b. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrums in female sheep. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 447–60.

Banchemo G., Quintans G. 2008. “Flushing corto” una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. *Revista INIA*, 14,8-12.

Banchemo G., Quintans G. Lindsay D., Milton J. 2009. A pre-partum lift in ewe nutrition from a high-energy lick or maize or by grazing *Lotus uliginosus* pasture, increases colostrum production and lamb survival. *Animal* 3(8):1183-8.

Banchemo G., Vázquez A., Montossi F., Barbieri I., Quintans G. 2010. Pre-partum shearing of ewes under pastoral conditions improves the early vigour of both single and twin lambs. *Anim Prod Sci* 50:309-14.

Banchemo G.E., Stefanova K., Lindsay D.R., Quintans G., Baldi F., Milton J.T.B., Martin G.B. 2021. Ovulation and ovulation rate in ewes under grazing conditions: factors affecting the response to short-term supplementation. *Animal*. doi: 10.1016/j.animal.2020.100100.

Bianchi G. 2014. Sistemas de Producción Ovina. Capítulo II en: *Calendario Práctico de Producción Ovina*. Autores: Bianchi G, Fierro S. Editorial Hemisferio Sur. , Fierro S. 33-80.

Bonino J. 2004. Incremento de los procreos ovinos. XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría 38-45.

Bonino J., Casaretto A. 2012. Principales patologías en los actuales sistemas de producción ovina del Uruguay. Una puesta al día. XL Jornadas Uruguayas de Buiatría 19-29.

Castrillejo A. 1987. Enfermedades de los órganos genitales del carnero. En: Enfermedades de los Lanares. Capítulo IV. Enfermedades que afectan a la reproducción. Editorial Hemisferio Sur: 1-47.

Castrillejo A. y colaboradores. 1990. Relevamiento clínico de aptitud reproductiva en carneros. Revista Veterinaria 26 (108): 12-9.

Chia E., Téstud M., Figari M., Rossi V. 2003. Comprender, dialogar, coproducir: reflexiones sobre el asesoramiento en el sector agropecuario. *Agrociencia* (Uruguay) 7(1): 77-91.

Dorsch M., Francia M.E., Tana R.L., González F.C., Cabrera A., Calleros L., Sanguinetti M., Zarantonelli L., Ciuffo C., Maya L., Castells M., Mirazo S., da Silva Silveira C., Rabaza A., Caffarena R.D., Doncel Díaz B., Aráoz V., Matto C., Armendano J.I., Salada S., Fraga M., Fierro S., Giannitti F. 2022. Diagnostic investigation of 100 cases of abortion in sheep in Uruguay: 2015-2021. *Frontiers in Veterinary Science*. (Aceptado).

Durán del Campo A. 1980. Anatomía, Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial en Ovinos. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

Errandonea N., Fierro S., Viñoles C., Gil J., Banchemo G., Olivera-Muzante J. 2018. Short term protein supplementation during a long interval prostaglandin-based protocol for timed AI in sheep. *Theriogenology*, 114, 34-9.

Fernández Abella D., Castells D., Piaggio L., Deleón N. 2006a. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos I. Efecto de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y la fecundidad. *Producción Ovina* 18: 25-31.

Fernández Abella D., Hernández Z., Villegas N. 2006b. Effect of gastrointestinal nematodes on ovulation rate of merino Booroola heterozygote ewes (FecB Fec+). *Anim Res* 55: 545-50.

Fernández Abella D., Formoso D. 2007. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos II. Efecto de la condición corporal y de la dotación sobre las pérdidas embrionarias y fetales. *Producción Ovina* 19: 5-13.

Fernández Abella D., Formoso D., Aguerre J.J., Hernández Z., Buzoni G., Galli C., Varela J.P., Fernández S. 2008. Efecto del tipo y la oferta de forraje y carga parasitaria previo al servicio sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de ovejas Corriedale. *Producción Ovina* 20: 31-40.

Fierro S., Gil J., Viñoles C., Olivera-Muzante J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. *Theriogenology* 79: 399-408.

Fierro S. 2014. Preparando el trabajo de Inseminación. *Revista Ovinos SUL* 168: 30-2.

Fierro S., Viñoles C., Olivera-Muzante J. 2016. Concentrations of steroid hormones, estrous, ovarian and reproductive responses in sheep estrous synchronized with different prostaglandin based protocols. *Anim Reprod Sci* 167: 74-82.

Fierro S., Viñoles C., Olivera-Muzante J. 2017. Long term prostaglandin based-protocols improve the reproductive performance after timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 90: 109-13.

Fierro S., Olivera-Muzante J. 2017. Long interval prostaglandin as an alternative to progesterone eCG based protocols for timed AI in sheep. *Anim Reprod Sci* 180: 78-84.

Fierro S. 2020. Seleccionando y preparando los carneros para la próxima encarnada. *Revista Ovinos SUL* 186: 8-11.



- Fthenakis G.C., Karagiannidis A., Alexopoulos C., Brozos C., Sratsis P., Kyriakis S. 2001. Clinical and epidemiological findings during ram examination in 47 flocks in southern Greece. *Prev Vet Med* 52:43-52.
- Galloway DB. 1982. Aptitud reproductiva del carnero y factores que afectan la fertilidad. X Jornadas Uruguayas y V Latinoamericanas de Buiatría 1-25.
- Ganzábal A., Ruggia A., Miquelerena J. 2003. Producción de corderos en sistemas intensivos. Serie de actividades de difusión de INIA, 342, 1-7.
- González-Bulnes A., Menchaca A., Martin G.B., Martínez-Ros P. 2020. Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and where we should go. *Reprod Fert Dev* 32 (5): 441-52.
- Gouletsou P.G., Fthenakis G.C. 2010. Clinical evaluation of reproductive ability of rams. *Small Rum Res* 92(1-3): 45-51.
- INIA-SUL-UdelaR: <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Prevision%20Corderos>.
- Knight T.W., Oldham C.M., Lindsay D.R. 1975. Studies in ovine infertility in agricultural regions in Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26, 189-98.
- Ley W.B., Sprecher D.J., Thatcher C.D., Pelzer K.D., Umberger S.H. 1990. Use of the point score system for breeding soundness examination in yearling Dorset, Hampshire and Suffolk rams. *Theriogenology* 34(4):721-33.
- Mari J. 1987. Pérdidas de Corderos. En: Bonino, J., Durán, A., Mari, J.J. Enfermedades de los Lanares. Tomo III. Montevideo, Hemisferio Sur, p. 73-98.
- Marinho P., Moraes J. 2008. Evaluación de la aptitud reproductiva potencial en carneros del noreste del Uruguay en el período 1999 – 2015. XLIII Jornadas Uruguayas de Buiatría 97-107.
- Mederos A. 1995. Brucelosis ovina Estudio epidemiológico y económico de *Brucella ovis* en el departamento de Tacuarembó (Uruguay). Serie Técnica N° 69
- Mederos A., Casaretto A., Ferreira G., Bonino J., Scremini P. 2002. Evaluación de pérdidas productivas debidas a footrot en ovinos. En: Estudios sobre footrot ovino en el Uruguay “Relevamiento de la prevalencia, evaluación de las pérdidas productivas y estimación costo/beneficio de su control”. Ed. América Mederos. Serie INIA FPTA 07: 23-31.
- Menchaca A., Gil J., Olivera J., Rubianes E. 2003. Efecto de la condición corporal previo al servicio sobre la fertilidad y fecundidad en ovejas inseminadas artificialmente. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC, Córdoba, Argentina, P 404.
- Menchaca A., Rubianes E. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod Fert Dev* 16: 403-13.
- Olivera J., Gil J. 2005. Estudio de diferentes alternativas para la sincronización de estros en ovinos: descripción y valorización económica. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría: 195-6.
- Olivera Muzante J. 2017. Manejo reproductivo ovino de precisión: la experiencia de tres años en un predio extensivo sobre Basalto. XLV Jornadas Uruguayas de Buiatría: 117-29.
- Olivera Muzante J. 2018. Comparación económica de las alternativas de sincronización e IATF en ovinos evaluadas. En: Inseminación artificial cervical a tiempo fijo en ovinos empleando análogos de prostaglandina. Olivera-Muzante, J. (Editor). Serie Técnica INIA N° 67: 37-8.
- Olivera-Muzante J., Fierro S., Alabart J.L.,

Claramunt M., Minteguiaga M.A., Aunchayna G., Banchemo G. 2019. Short-term dietary protein supplementation improves reproductive performance of estrous-synchronized ewes when there are long intervals of prostaglandin or progesterone-based treatments for timed AI. *Anim Reprod Sci* 206, 78-84.

Olivera-Muzante J., Minteguiaga M.A., Fierro S. 2020. Long interval prostaglandin-based treatment regimens do not affect ovulatory or prolificacy rates of multiparous ewes after cervical fixed timed AI. *Anim Reprod Sci* 218: 106482.

Rhind S.M., McNeilly A.S. 1986. Follicle population, ovulation rates plasma profile of LH, FSH and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Anim Reprod Sci* 10: 106-8.

Russel A.J.F., Doney J.M., Gunn R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Sci Camb* 72: 451-4.

Scaramuzzi R.J., Brown H.M., Dupont J. 2010. Nutritional and metabolic mechanisms in the ovary and their role in mediating the effects of diet on folliculogenesis: a perspective. *Reprod Dom Anim* 45 (3), 32-41.

Smith J.F., Steward R.D. 1990. Effects of nutrition on the ovulation rate of ewe's. En C.M. Oldham, G.B. Martin, y I.W. Purvis, *Reproductive, Physiology of Merino Sheep: Concept and Consequences* (pp. 85-101). Perth: University of Western Australia.

SUL. 2018. Manual Práctico de Producción Ovina. Publicación SUL-BID-MGAP. 343 pp.

Viñoles C. 2003. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe (Doctoral Thesis). Department of Clinical Chemistry, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, ISBN91-576-6650-4, pp. 120, ISSN: 1401-6257.

Viñoles C., Forsberg M., Martin G.B., Cajarville C., Repetto J., Meikle A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction* 129: 299-309.

Viñoles C., Meikle A., Martin G.B. 2009. Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. *Anim Reprod Sci* 113: 82-92.

Viñoles C., González de Bulnes A., Martin G.B., Sales F., Sale S. 2010. Sheep and Goats. En: *Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography*. Ed: Luc DesCoteaux, Jill Colloton and Giovanni Gnemi. (Wiley-Blackwell: Ames, Iowa, USA). 11: 181-210.

# “La importancia de seguir haciendo diagnóstico en los sistemas productivos”

Sofía Salada, DCV

Área de investigación y desarrollo, Secretariado Uruguayo de la Lana, S.U.L.  
ssalada@sul.org.uy

Palabras claves: ovinos, enfermedades metabólicas

## Resumen

Uruguay cuenta con valiosa información que establece las principales limitantes sanitarias y su impacto en la producción ovina. Los parásitos gastrointestinales y el Footrot, son las dos principales causas de pérdidas productivas; aunque no las únicas; y han sido foco de múltiples líneas de investigación. En la actualidad, existe información que permite generar planes de sanitarios que buscan mitigar las pérdidas generadas por estas patologías, posibilitando al profesional veterinario acompañar los procesos hacia una producción más rentable, sustentable e inocua. En la búsqueda constante por optimizar la performance productiva, algunos sistemas han implementado paquetes tecnológicos que desafían los métodos tradicionales. Parte importante de la forma en que se presenta una enfermedad en un establecimiento es consecuencia de las características específicas del mismo, siendo fundamental hacer el diagnóstico. El presente artículo describe el diagnóstico de tres enfermedades metabólicas, con impacto productivo relativo, pero con valor técnico por su presentación considerada no tradicional.

## Summary

Uruguay has valuable information that establishes the main sanitary limitations and their impact on sheep production. Gastrointestinal parasites and Footrot are the two main causes of productive losses; but not the unique; and have been the focus of multiple lines of research. Currently, there is information that allows generating health plans that seek to mitigate the losses generated by these pathologies,

allowing the veterinary professional to accompany the process towards a more profitable, sustainable and safe production. In the constant search to optimize production performance, some systems have implemented technological packages that challenge traditional methods. An important part of the way in which a disease occurs in an establishment is a consequence of its specific characteristics, making the diagnosis essential. This article describes the diagnosis of three metabolic diseases, with relative productive impact, but with technical value due to its non-traditional presentation.

## Introducción

Históricamente en Uruguay los sistemas de producción ovina se han caracterizado por ser de tipo extensivo, a cielo abierto y sobre pasturas naturales. Sin embargo, algunos sistemas agrícolas ganaderos e incluso forestales, de la zona sur del país, han incorporado al ovino en la búsqueda de la diversificación productiva. Las características de dichos sistemas difieren de la producción ovina tradicional del Uruguay ya que en su mayoría trabajan sobre pasturas mejoradas y con una carga de animales por área sensiblemente mayor a los estándares. (1)(2). El modo en que se utilicen y combinen los recursos disponibles determinan las características del sistema, permitiendo establecer planes de manejo, nutricionales, genéticos y de sanidad que promueven el trabajo ordenado, sostenible y rentable. Como veterinarios resulta indispensable conocer los componentes de cada sistema con el fin de no sólo prevenir de manera ajustada eventos sanitarios adversos, sino poder realizar el correcto diagnóstico en caso de que éstos se presenten, siempre con la premisa de que el profesional es parte del proceso de generación de productos inocuos con destino al consumo humano.

Desde el punto de vista sanitario, en el ovino, los parásitos gastrointestinales y el Footrot siguen siendo las principales limitantes productivas del rubro (3) (4), sin embargo resulta necesario mantenerse alerta frente a patologías que pueden presentarse producto de las características específicas de los sistemas. En la búsqueda de la eficiencia productiva, la facilidad operativa y/o la optimización de recursos, algunos sistemas han adoptado medidas de manejo, genéticas y nutricionales que desafían aspectos sanitarios. Sistemas con dichas características reafirman la importancia de ser rigurosos en seguir un método de evaluación y análisis que permitan hacer diagnóstico a nivel de sistema, considerando el impacto que las medidas adoptadas puedan estar resultados en la sanidad.

En el marco del contexto anteriormente mencionado, el equipo técnico del Secretariado Uruguayo de la Lana, (SUL), con el apoyo del Laboratorio oficial de los Servicios Ganaderos de la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DI.LA.VE) de Paysandú, ha realizado diagnósticos frente a casos clínicos o mortandad en ovinos, que ameritan ser compartidos por sus características de presentación. Estos casos no pretenden alterar la estadística actual en cuanto a las principales limitantes sanitarias de impacto productivo en el rubro, pero si reafirman una vez más la importancia de llegar al diagnóstico siempre en el marco del análisis integral del sistema.

## Desarrollo

### Reporte de casos

Los casos expuestos a continuación son fruto tanto de hallazgos en el Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal (CIEDAG), así como consultas espontáneas de productores particulares, en el periodo comprendido entre los años 2018 -2021.

### Intoxicación fitógena por cobre en corderos al destete

Un brote de intoxicación fitógena por cobre se diagnosticó, en el mes diciembre de 2020, en un establecimiento agrícola ganadero -con importante componente forestal- del departamento de Flores.

El sistema ovino se desarrolla con la raza Highlander\*<sup>1</sup>, con un manejo de altas cargas instantáneas (1.85 UG/há de pastoreo promedio anual) sobre 51 % de superficie mejorada, de las cuales 45% son praderas en base a *Trifolium pratense* (trébol rojo). El ciclo es de tipo completo con terminación de corderos en compartimento.

\*<sup>1</sup>(composición de la raza: 25% Romney Marsh, 25% Texel, 50% Finnish)

Previo al brote al que se hace referencia, el establecimiento contaba con antecedentes de muertes agudas, aisladas y esporádicas de animales de todas las categorías, sin causa aparente.

El caso de intoxicación fitógena por cobre se presentó en los corderos destetados a fines del mes de noviembre. De un total de 2089 corderos, 25 murieron en goteo en un plazo de 7 días posteriores al destete. Los corderos se encontraban muertos o caídos próximos a morir. Contaban con un plan sanitario completo desde la cría y al momento de destete, compuesto por inmunizaciones contra Ectima contagiosa, enfermedades clostridiales, y control integrado contra parásitos gastrointestinales. La cría se realiza sobre praderas y el destete de sobre campo mejorado.

Se realizó a necropsia a dos animales hallados postrados. Ambos presentaban condición corporal de 3.5 (escala 1 al 5). En la necropsia, las vísceras, carcaza y grasa abdominal estaban ictericas, con un fuerte color amarillo-naranja, el hígado estaba color ocre, los riñones color negro, sin posibilidad de definición de la corteza y médula, la vejiga presentaba conteni-



do de color oscuro, (orina hemoglobinurica), en el bazo se observó esplenomegalia y congestión. Figuras 1 y 2.

La intoxicación crónica por cobre es el resultado de la acumulación de cobre en los tejidos hepáticos durante un período de unas pocas semanas a más de un año. Durante la fase de acumulación, se produce daño hepático gradual indicado por el aumento de los niveles de deshidrogenasa láctica sérica y aspartatoaminotransferasa. Situaciones estresantes pueden desencadenar una crisis hemolítica como resultado de la liberación masiva de cobre, aumentado su concentración en plasma, con su consiguiente aumento a nivel eritrocítico causando una hemólisis, nefrosis hemoglobinurica y posterior muerte en un plazo de hasta 4 días. El diagnóstico de intoxicación crónica por cobre suele ser después de una crisis hemolítica en 1 o más de los animales expuestos(5).

Este tipo de intoxicaciones están influenciada por un gran número de factores que interactúan en el consumo, el metabolismo y la eliminación del elemento.

La intoxicación por cobre puede clasificarse en primaria y secundaria. La primaria es consecuencia de la ingesta de cantidades excesivas de cobre. La secundaria comprende dos presentaciones o síndromes 1. Intoxicación fitógena crónica, 2. Intoxicación crónica hepatógena(5).

La intoxicación fitógena crónica, es el resultado de la ingesta de pequeñas cantidades de cobre pero con una excesiva retención a nivel de hígado, que frente a factores de estrés, desencadena una crisis hemolítica típica de una intoxicación crónica. Se presenta mayormente en ovinos que pastorean praderas en base a



Figura 1: Orina hemoglobinurica extraída de la vejiga de cordero diente de leche, con cuadro de intoxicación por Cu.

*Trifolium subterraneum*, siendo las razas británicas las más vulnerables a este síndrome. La intoxicación crónica hepatógena se presenta mayormente tras la ingesta de plantas hepatotóxicas.

El diagnóstico diferencial para este tipo de cuadros debe incluir enfermedades que generen hemólisis agudas como los son la leptospirosis, hemoglobinuria bacilar(6). Uruguay cuenta con diagnósticos de leptospirosis en ovinos (16).

En este caso, si bien se trata de un sistema que busca trabajar en base a planes sanitarios y nutricionales bien ajustados, las características particulares bajo las que transcurre el sistema brindaron las condiciones para que se presentara este brote. En la búsqueda de la eficiencia productiva se trabaja con raza ovina de base británica y praderas de trébol rojo (*Trifolium pratense*). A pesar de que el establecimiento contempla las normas de bienestar animal, hay momentos del ciclo productivo que son naturalmente estresantes para los animales como parto, destete y transporte de los corderos. Este brote probablemente sea consecuencia de estos últimos.

### Polioencefalomalacia en ovinos

En CIEDAG, ubicado en el departamento de Florida, el S.U.L desarrolla sus múltiples actividades de investigación y validación con el



Figura 2: Hígado con coloración ocre-ladrillo, friable, extraído de cordero diente de leche, con cuadro de intoxicación por Cu.

rubro ovino como eje central. El centro cuenta con protocolos de trabajo establecidos para garantizar la calidad de las actividades de investigación, validación y desarrollo. La necropsia y remisión de material para diagnóstico de todo animal que muere dentro del centro es parte de los protocolos establecidos en sanidad. En el marco de estos procedimientos de rutina, en el año 2019 se realizaron tres diagnósticos de polioencefalomalacia en ovinos. En los tres casos, los animales se encontraban sobre campo natural mejorado y presentaban buena disponibilidad forrajera.

Los primeros dos diagnósticos fueron realizados en corderos dientes de leche, con un plan sanitario completo y vigente, y una condición corporal de 3 al momento de presentarse los síntomas clínicos. Ambos animales se encontraban postrados, presentando marcado opistótono. No se encontraron alteraciones macroscópicas en ninguna de las dos necropsias realizadas; la histopatología para ambos casos destacó un cuadro de picnosis y necrosis cortical multifocal.

El tercer diagnóstico se realizó en una oveja boca llena, con un plan sanitario completo y vigente, y una condición corporal de 3 al momento de presentarse los síntomas clínicos. En el EOG se observó opistótono. En la necropsia, no se encontraron alteraciones macroscópicas, sin embargo la histopatología destacó, a nivel de la sustancia gris cortical, picnosis y necrosis neuronal laminar profunda, acúmulos multifocales mononucleares en meninges y discreta vacuolización de la sustancia blanca.

Una vez realizados los diagnósticos, se presentaron hasta la fecha, de manera aislada y en diferentes categorías, 4 cuadros clínicos con las mismas características previamente descritas. En todos los casos la rápida administración de 10mg de tiamina por Kg. de peso vivo, vía intramuscular, con repetición cada 6 horas durante dos días resultó en la recuperación total de los animales.

La polioencefalomalacia no cuenta con una

etiología específica, por lo tanto, es imprescindible hacer el diagnóstico, y con base en las condiciones del sistema, establecer los posibles tratamientos o medidas profilácticas.

La polioencefalomalacia o necrosis cerebro-cortical, ha sido diagnosticada en reiteradas ocasiones en Uruguay y la región, principalmente en bovinos. Esta enfermedad neurológica está causada principalmente por disturbios en el metabolismo de la tiamina. Gran parte del ATP es generado por glicólisis por vía pentosa fosfato y la transketolasa es una enzima que limita esta vía. La tiamina es cofactor para esa enzima, su falta causa alteración de la glicólisis y de la producción de ATP. Además la tiamina actúa como cofactor para varias otras enzimas del ciclo de Krebs (7).

Esta patología no parece contar con un patrón geográfico o estacional y puede presentarse en todas las categorías. Suele presentarse principalmente en animales con alimentación en base a pasturas fertilizadas o concentrados, aunque la bibliografía indica que este aspecto tampoco es determinante (6) (7). La etiología no es clara, pero se cree que niveles altos de sulfatos en suelo y agua, o la alimentación en base a concentrados podría destruir los niveles de tiamina ruminal, desencadenando cuadros clínicos con ceguera y sintomatología nerviosa como ataxia, opistótono, incoordinación y nistagmo. Se trata de una enfermedad que histológicamente se caracteriza, por necrosis laminar de la corteza cerebral, que dependiendo del tiempo de evolución es seguido por infiltración por macrófagos y cavitación (7) (8) (9).

Cabe mencionar que diversas enfermedades pueden causar necrosis laminar de la corteza cerebral en ovino, incluyendo intoxicación por cloruro de sodio, síndrome de privación de agua, intoxicación por azufre. El diagnóstico diferencial deberá incluir enfermedades que presenten cuadros nerviosos, como lo son la listeriosis, cenurosis o cuadros metabólicos asociados a lipidosis hepática que pueden resultar en degeneración neuronal a nivel cortical.

## Cetosis en ovino

Una vez más disturbios del metabolismo energético del ovino es motivo de atención y análisis. La formación académica lleva a que se asocie de manera inmediata al desbalance energético en el ovino con toxemia de la preñez.

Sin duda, ovejas con gestación múltiple, a término, bajo ciertas condiciones, son propensas a presentar cuadros de hipoglicemia, hipercetonemia y cetonuria, desarrollando la denominada toxemia de la preñez, sin embargo existen otras categorías que no son ajenas a este trastorno.

Se diagnosticaron cinco focos de cetosis en el periodo comprendido entre marzo del año 2019 y diciembre del año 2021.

El primer diagnóstico de cetosis fue realizado en el marco de los protocolos de monitoreo y diagnóstico de muertes en CIEDAG, Florida. De un total de 150 ovejas Corriedale Pro, boca llena, pertenecientes a un sistema intensivo de carne de ciclo completo, con alimentación únicamente sobre praderas, 8 enfermaron y murieron, en goteo en un periodo de 15 días. Los cuadros clínicos presentaban sintomatología principalmente nerviosa, con ataxia, opistotónos y bruxismo en 6 de los 8 animales, ceguera central. La majada se encontraba encarnerada, pastoreando momentáneamente sobre un ras-



Figura 3: Oveja boca llena con sintomatología principalmente nerviosa, con ataxia, opistotóno y bruxismo.

trojo de sorgo. La condición corporal de la majada era 3.75 promedio. Se realizó la necropsia y extracción de muestras a 2 de los 8 animales. La condición corporal de dichos animales era de 4.5, y a nivel macroscópico, en la necropsia, se observó únicamente el hígado con aspecto graso. La histopatología para ambos casos destacó un cuadro hepático degenerativo con infiltración grasa difusa, severa con infiltración grasa renal, discreta. Las lesiones observadas a nivel de la sustancia gris cortical (picnosis neuronal) se relacionarían con un cuadro de hipoglicemia prolongada. Figura 3

Otro diagnóstico de cetosis fue realizado en enero del año 2021. Se trató de un predio agrícola con producción semi intensiva ovina de ciclo completo, con base en la raza Highlander, en el departamento de Soriano. De un total de 890 corderos destetados en diciembre, sobre lotus, con baja disponibilidad forrajera, 15 presentaron incoordinación, y ceguera. Los 15 animales afectados tenían condición corporal de 4. Se realizó necropsia y extracción de muestras a una cordera. No se encontraron alteraciones macroscópicas. La histopatología destacó como principal lesión a nivel del SNC, picnosis neuronal cortical multifocal, discreta y un cuadro hepático caracterizado por degeneración grasa severa, compatible con un cuadro de Cetosis.

La cetosis es producto de un trastorno multifactorial del metabolismo energético, que puede presentarse en distintos momentos del ciclo productivo del ovino (6). El resultado de disturbios en la homeostasis glucémica, caracterizada por hipoglicemia, hipercetonemia y cetonuria, producidas por excesiva movilización de lípidos, producto de un balance energético negativo, desencadenan la toxemia(10).

La cetosis en el ovino es frecuentemente asociada a planos nutricionales deficientes en el último tercio de gestación, en ovejas con cargas fetales múltiples. La principal causa es el gran incremento en la demanda energética fetal en este período en el que alcanzan entre un 70 a 85% del peso al nacimiento (11); dicha-



demanda excede la capacidad de suministro materno, generando un desbalance energético.

Frente a una situación subnutrición prolongada, ocurre una alteración las proporciones de los precursores de glucosa. La producción de ácido propiónico y de proteína microbiana del retículo-rumen disminuye abruptamente, resultando en el incremento de lipólisis y de proteólisis, aumentando sustancialmente la liberación de glicerol y amino ácidos respectivamente, volviéndose principales sustratos para la síntesis de glucosa (12). En las primeras etapas de un cuadro de cetosis, ocurre una encefalopatía hipoglicémica causando lesiones cerebrales, responsables de la sintomatología nerviosa, que puede presentarse con ceguera, temblor muscular, convulsiones (13). El diagnóstico diferencial deberá incluir enfermedades que presenten cuadros nerviosos como listeriosis, cenurosis, cuadros metabólicos o hipomagnesemia.

La descripción epidemiológica de la presentación de los casos de cetosis sigue siendo principalmente en ovejas en el último tercio de gestación. La evolución y los cambios en la forma de producir que se vienen dando en ciertos sistemas, tienen como consecuencia la necesidad de contemplar patologías, como en el caso de la cetosis, que puedan presentarse con aspectos epidemiológicos, distintos a los descritos con mayor frecuencia. En este artículo se describieron 2 de los 5 diagnósticos que se realizaron recientemente. En el caso de los 3 diagnósticos que no fueron descritos, cabe mencionar que se presentaron bajo condiciones muy similares con respecto a los casos desarrollados, en donde, ovejas solteras o corderos destetados, en condiciones corporales muy buenas, sometidos a restricciones nutricionales con respecto a su nutrición habitual, resultaron en sintomatologías nerviosas e hígados con degeneración grasa. Ser metódicos y hacer diagnósticos, considerando las características específicas de cada sistema, permite contar con antecedentes que servirán para prevenir cuadros de cetosis, o compren-

derlos de manera precoz, pudiendo establecer tratamientos en base a propilenglicol o glicerina (100g/día vía oral). El uso de Tiras de Ph a nivel de campo, sobre muestras de orina de animales afectados, brinda información rápida y de mucho valor para el diagnóstico.

### Conclusión

Este artículo no pretende modificar las bien descritas prevalencias y características epidemiológicas de las enfermedades que afectan al ovino, establecidas por múltiples investigadores a lo largo de los años. El objetivo radica en reafirmar el valor que tiene para un profesional veterinario hacer diagnósticos contemplando todas las aristas que tiene un sistema. Todos los casos descritos en este artículo tienen como denominador común la alteración del metabolismo del ovino. Estas enfermedades metabólicas se presentaron con características similares en sistemas de alta exigencia productiva. Mantenerse actualizado, conocer la epidemiología y patogenia de las enfermedades es parte fundamental del trabajo diario. La rigurosidad del empleo de los métodos diagnósticos, será lo que permita acompañar técnicamente los cambios en la manera de producir. Siempre se debe partir de la premisa de que en esta área, la biología, nada es exacto y todo depende las circunstancias a las que se somete al animal por lo tanto radica en el profesional veterinario, la búsqueda de respuestas, que podrán tener o no valor productivo para ese sistema, pero sin duda es información relevante para la profesión.

### Bibliografía

1-Cardelino R. (2004). La situación y perspectivas del mercado internacional de lana: desafíos para Uruguay. En: Seminario de Producción Ovina, Propuestas para el negocio ovino, Paysandú, Uruguay, 95-100.

2-Ganzábal A, Ciappesoni G, Banchemo G, Vázquez A, Ravagnolo O, Montossi F (2012). Biotipos maternos y terminales para enfrentar los nuevos desafíos de la producción ovina



moderna. Revista INIA; 29:14-18.

3-(Castells et al., 1995, Pandey, 1999; Perry y Randolph, 1999; Nieto et

al., 2002).

4- Bonino, J.; Casaretto, A. (2012). Principales Patologías en los actuales sistemas de producción ovina del Uruguay. Jornadas Uruguayas de Buiatría

5-Lewis, N.; Fallah-Rad, A.; Connor, L. (1997) Coppertoxicity in confinement-house-dramlams. Can. Vet. J., Vol. 38 :496-498.

6-Radostits E.M., Gay C.C., Blood O.C., Hinchdiff KW. 2000. Veterinary Medicine. 9th edition, W. B. Saunders, London, 1881p.

7- Riel-Correal, RodolfoRiverU. Fernando Dutra. Ricardo A. A. Lemos, Cristina Eoston (2007). Polioencefalomalacia en rumiantes .XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría: 191-197.

8-MoscardiniAR.C., Paludo G.R., Perecmanis S., Heinemann M.B., Zambrano M.. Araujo G.R.S..Cunha P.H.J., Franca RO. RibeiroL., Ferreira 11 RF., Borges J.R.J. 2003. Doencas-comsinais neurológicos em ovinos no DF e Entorno. Anais. Congreso latinoamericano-Buiatría, 11, Salvador. BA, p.19.

9- Gould D.H. 1998. Polioencephalomalacia. J. Anim. Sci. 76: 309-314.

10- Sakha, 2016; Cal Pereyra et al., 2011; Brozos et al., 2011; Santos et al., 2011; Schlumbohm y Harmeyer, 2008; Moghaddam y Hassanpour, 2008; Laceteraet.al., 2001; Rook, 2000; Andrews et al., 1996)

11-Ratanapob N, VanLeeuwen J, McKenna S, Wichtel M, Rodriguez-Lecompte J, Menzies P, Wichtel J. (2019). Evaluation of the precisión Xtra meter formonitoringblood B-hidroxi-butyratoconcentration in late-gestationewe. J. Vet. Diagn. Invest. 31 (1), 17-22. <https://doi.org/10.1177%2F1040638718819688>

12-Raofi A, Jafarian M, Safi S. (2015). Comparison of energyrelatedmetabolites-during peri-parturi-tionperiod in single and twin-bearingLori-Bakhtiariewes. Iran J VetMed, 9 (3), 149-154. <https://dx.doi.org/10.22059/ijvm.2015.55282>

13-Constable PD, Hinchcliff KW, Done SH, Grünberg W, Radostits OM. (2017). Metabolic and EndocrineDiseasesMetabolic and EndocrineDiseases. En P. D. Constable, K. W. Hinchcliff, S. H. Done, W. Grünberg, & O. M. Radostits, Veterinary medicine: a textbook of thediseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats, eleventhedition (11°ed., pág. 2308). St. Louis, Missouri: Elsevier Ltd.

14- Cal Pereyra L, Acosta-Dibarrat J, Benech A, Da Silva S, Martín A. (2012). Toxemia de la gestación en ovejas. Revisión. RevMex-CiencPecu, 3 (2), 247-264.

15-Jeffries, 1961

16-Hamond, C.; Silveira, C.S.; Buroni, F.; Suanes, A.; Nieves, C.; Salaberry, X.; Aráoz, V.; Costa, R.A. da; Riivero, R.; Giannitti, F.; Zarrantonelli, L.(2018).Infección aguda por Leptospirainterrogansserovarkenewicki en cordeiros.Jornadas Uruguayas de Buiatría :186-188

# Analgesia y anestesia en Bovinos

Crosignani, Nadia<sup>1\*</sup>; Recchi, Lucciana<sup>2</sup>

1- Unidad de Farmacología, Departamento de Clínicas y Hospital Veterinario, Facultad de Veterinaria, UdelaR

2- Large animal Clinic, University of Guelph, Ontario Veterinary College  
nadiacrosi@gmail.com

## Resumen

Esta revisión propone diferentes consideraciones y opciones para el diagnóstico del dolor, y selección de fármacos analgésicos y anestésicos para el uso en bovinos. El veterinario clínico se encuentra a diario con diversas situaciones clínico-quirúrgicas que exigen el manejo farmacológico para proveer analgesia, sedar, tranquilizar o anestésiar grandes animales. El desafío radica en adaptarse a las condiciones de trabajo a campo, teniendo en consideración que los animales de producción presentan particularidades físicas, y hasta económicas y de tiempo de espera, pero con una profunda comprensión y compromiso de que debemos priorizar el bienestar animal, proveyendo al animal los fármacos necesarios para asegurar la ausencia de sufrimiento en nuestro accionar profesional.

## Summary

This review provides different options for the diagnosis of pain, and the use of analgesic and anesthetic drugs in cattle. The field veterinarian encounters various medical and surgical cases daily that require pharmacological management to provide analgesia, sedate, and/or anesthetize production animals. The challenge lies in adapting to the working conditions on the field. Despite acknowledging that these animals have certain physical characteristics to be preserved, there are withdrawal periods to be considered and economic interests involved, a deep understanding and commitment to prioritize animal welfare must remain, thus making adequate use of the drugs available, to ensure absence of suffering throughout medical procedures.

Palabras Claves: Dolor, ternero, vaca, anestésico, analgésico

## Introducción

El dolor produce respuestas comportamentales, autonómicas, neuroendócrinas e inmunológicas. En animales de producción, el dolor puede afectar negativamente el desarrollo e interferir en el consumo alimentario (Anderson & Muir, 2005). A nivel mundial se está dando la discusión donde los consumidores se preocupan con dilemas morales y éticos sobre la cría de los animales, llevando a reevaluar y mejorar los métodos de producción (Anderson & Edmondson, 2013).

Los bovinos reciben menos analgésicos que otras especies, ya sea por preocupaciones económicas o las limitaciones impuestas por ser animales de consumo (Hewson et al., 2006). Las posibles causas para esto es la falla en el reconocimiento del dolor en esta especie, así como la falsa creencia de que estas especies sienten menos dolor que pequeños animales (Lorena et al., 2013; Raekallio et al., 2003). También se relatan limitaciones financieras, la falta de conocimiento en el área, destacando-se el menor uso de analgésicos en terneros creyendo de forma equivocada que sienten menos dolor que los adultos o que los procedimientos son menos traumáticos (Fajt et al., 2011; Fulwider et al., 2008; Hewson et al., 2006)

Sin embargo, está bien estudiado que para una intervención analgésica, es necesaria una correcta evaluación determinando la necesidad de una terapia antiálgica. La falta de diagnóstico de dolor lleva a estados de oligoanalgesia (menos analgesia de la necesaria), impactando directamente en el bienestar animal (Mathews et al., 2014). Al día contamos con una escala validada para evaluar dolor agudo en bovinos, siendo una herramienta con la sensibilidad y confiabilidad estudiada para asegurar

una cuantificación fidedigna del dolor (de Oliveira et al., 2014).

Las causas más comunes de dolor en rumiantes son la mastitis, metritis, pododermatitis, abscesos en patas, miasis externas o prácticas de manejo (descuerne, marcación a hierro caliente, orquiectomía) (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019).

## Reconociendo el dolor en bovinos

Como en otras especies, la evaluación del dolor en bovinos es un desafío por la falta de la expresión verbal del mismo. A esto se le suma el hecho de que por ser presas en la naturaleza, el animal intentará no manifestar el dolor para disminuir su vulnerabilidad (Anil et al., 2002). En internet se encuentran algunos sitios que muestran estrategias para identificar el dolor en especies productivas (<http://www.vet.ed.ac.uk/animalpain/>).

Aunque algunas alteraciones fisiológicas y comportamentales a causa del dolor sean comunes a varias especies, se deben considerar de forma separada distintos tipos de dolor, como por ejemplo abdominal u ortopédico. De esto se desprende la necesidad de desarrollar instrumentos para evaluar dolor especie específico para que la evaluación sea confiable (Flecknell, 2008).

La principal herramienta para la evaluación del dolor es la evaluación del comportamiento especie específico, siendo además las más fáciles de evaluar, y por lo tanto, las más aplicables en situaciones clínicas (Flecknell, 2008). Hay que tener en cuenta también que estos instrumentos validados (escalas) tienen sus limitaciones, principalmente porque estas respuestas comportamentales presentan variaciones individuales (Molony & Kent, 1997).

Las alteraciones más frecuentes de comportamiento frente al dolor en rumiantes son los cambios en la interacción con el medio ambiente y con otros animales, cambios en la apariencia, marcha y actividad, posición de la cabeza, la postura cuadrupedal o en decúbito, la atención a la zona de dolor (desde mirar, proteger o lamer la herida). Puede haber cambios en la rumia y apetito, impactando en el peso del animal (Anil et al., 2002; de Oliveira et al., 2014; Molony & Kent, 1997).

En presencia de dolor luego de una orquiectomía, el bovino puede permanecer inmóvil en posición cuadrupedal, con los miembros extendidos o hacia atrás alejados, o acostarse con los miembros pelvianos extendidos. Cuando camina reduce la extensión del paso, y cuando está de pie golpea las patas contra el piso, flexionando los miembros pélvicos de forma brusca y sacudiendo la cola de forma enérgica, mirando para el local de la lesión (de Oliveira

Cuadro 1. Escala numérica descriptiva para evaluación de locomoción en bovinos (Thomsen et al., 2008)

Score	Nivel	Descripción
1	Normal	La vaca camina normalmente. En la mayoría de los casos, el dorso está recto tanto cuando la vaca está de pie o caminando. No hay signos de claudicación o marcha irregular, apoyo desigual de los miembros o de movimientos de cabeza cuando camina.
2	Marcha Irregular	La vaca camina (casi) normalmente. En la mayoría de los casos el dorso está recto cuando la vaca está de pie, pero arqueado al caminar. Sin signos de movimientos de cabeza al caminar. La marcha puede estar un poco irregular y la vaca puede andar con pasos cortos, pero no hay signos evidentes de claudicación.
3	Claudicación leve	Marcha anormal con pasos cortos en uno o más miembros. En la mayoría de los casos el dorso está arqueado, tanto cuando la vaca está de pie como al caminar. No hay signos de movimientos de cabeza al caminar y no es posible observar cuál es el miembro que está afectado.
4	Claudicación	La vaca renguea claramente de uno o más miembros. En la mayoría de los casos se puede definir cuál es el miembro afectado, el dorso está arqueado cuando el animal está de pie o camina. El movimiento de cabeza es evidente al caminar.
5	Claudicación grave	La vaca renguea obviamente de uno o más miembros, es incapaz, sin voluntad o muy reluciente en apoyar el peso sobre el miembro afectado. En la mayoría de los casos el dorso está arqueado, tanto cuando la vaca está de pie como al caminar. El movimiento de cabeza es evidente al caminar.

et al., 2014). Tales comportamientos desaparecen con el uso de analgésicos (Millman, 2013).

Algunas escalas para evaluación de locomoción en bovinos han sido desarrolladas, pero no validadas. Estos instrumentos tienen sus limitaciones, sirviendo como guía inicial para profundizar en el diagnóstico (Cuadro 1) (Thomsen et al., 2008).

De Oliveira et al. (2014) desarrollaron una escala de evaluación del dolor agudo pos-quirúrgico en bovinos, donde se evaluaron filmaciones de bovinos póst orquiectomía durante 24 horas. Se logró una escala confiable, válida y responsiva, con un punto de corte para rescate analgésico (valor igual o mayor a 5, de un total de 10 puntos) (Figura 2).

Otras herramientas disponibles son las escalas de evaluación facial del dolor, que para bovinos ya existe escala validada (McLennan & Mahmoud, 2019). Las características de la expresión facial de dolor de la vaca comprenden

cambios en 4 áreas:

- Orejas: las orejas están tensas y hacia apuntado hacia abajo
- Ojos: los ojos tienen una mirada tensa o “ausente”. La tensión de los músculos por encima de los ojos aumenta: puede verse como “líneas de surco”
- Músculos faciales: tensión de los músculos faciales en laterales de la cabeza
- Hocico: fosas nasales tensas, pueden estar dilatadas y puede haber “pliegues” de piel por encima de la fosas nasales. Aumento del tono de los labios

## Uso de Analgésicos en Bovinos

De modo general, los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) son los fármacos más utilizados para tratar el dolor, por inhibir componentes de la cascada inflamatoria, generando

Figura 2. Escala Unidimensional de UNESP-Botucatu para la evaluación del dolor agudo póstquirúrgico en bovinos. Se recomienda la intervención o rescate analgésico cuando la suma de las puntuaciones sean  $\geq 5$  (de Oliveira et al., 2014).

Locomoción	(0) Se mueve libremente, sin alteración de la locomoción (1) Se mueve con restricciones, y al caminar la línea dorsal puede estar normal o arqueada y los pasos pueden ser más cortos (2) Reluctante en levantarse, o cuando se levanta lo hace con dificultad, o no camina
Interacción con el ambiente	(0) Activo, atento a los estímulos ambientales táctiles y/o visuales y/o sonoros, cuando está próximo a los otros animales puede interactuar y/o acompañar al grupo (1) Apático: puede permanecer próximo a los otros animales, pero cuando es estimulado interactúa poco (2) Apático: puede estar aislado, o no acompañar los otros animales, no interactúa a los estímulos ambientales táctiles y/o visuales y/o sonoros
Actividad	(0) Se mueve normalmente (1) Inquieto, se mueve más de lo normal, o se acuesta y levanta con frecuencia (2) Se mueve con menor frecuencia por el piquete o solamente al ser estimulado
Ingestión de alimentos	(0) Normorexia y/o rumia presente (1) Hiporexia (2) Anorexia
Misceláneas de comportamientos	Mueve la cola brusca y repetidamente En decúbito ventral extiende el cuello y el cuerpo hacia adelante Mueve y arquea el dorso en estación cuadrupedal Patalea y golpea con el miembro pelviano el piso En decúbito ventral, ventrolateral o lateral, extiende uno o más miembros En decúbito la cabeza permanece próxima o apoyada al suelo Extiende los miembros pelvianos caudalmente La cabeza está debajo de la línea de la columna Se lame la herida quirúrgica (0) Todos los comportamientos están ausentes (1) Presencia de 1 de los comportamientos (2) Presencia de 2 o más comportamientos



efectos analgésicos y antipiréticos (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019). Está documentado que los AINEs minimizan el aumento de cortisol luego de descuerne y castración. Sin embargo, se indica su uso conjuntamente con anestésicos locales en estas situaciones quirúrgicas para una analgesia más eficaz en, ya que generalmente su uso aislado no es suficiente para mitigar el dolor (Coetzee, 2013). El dolor y la inflamación retrasan la cicatrización, aceleran procesos patológicos y hacen con que diversas enfermedades tengan períodos de mejoría clínica más cortos, como en casos de mastitis bovina (Shpigel et al., 1994, 1996).

Los opioides son los fármacos más eficaces para mitigar el dolor, sin embargo su uso en grandes animales es escaso, principalmente en bovinos. La resistencia al uso de opioides en grandes animales se debe a posibles efectos adversos como excitación e hipomotilidad intestinal (Lorena et al., 2013). El mecanismo de acción de los opioides se debe a la activación de una subclase de receptores acoplados a proteína G, con el objetivo final de disminuir la percepción final del dolor, ya sea por acción periférica, medular (modulación) o encefálica (percepción) (Guedes, 2017). Vea el Cuadro 4 para las sugerencias de dosis de opioides en bovinos.

## Medicación Pré-anestésica en Bovinos

En general los ruminantes permiten la contención en un cepo, si lo comparamos con un

equino, por lo que muchos veterinarios prefieren realizar un procedimiento quirúrgico asociando la inmovilización física con bloqueos locorreregionales en bovinos. El uso de tranquilizantes y sedantes facilita la contención de estos animales, pudiendo agregar analgesia en este primer momento del acto anestésico (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019).

El ayuno previo a la sedación colaborará a evitar regurgitación, situación que asociado a la salivación, puede llevar a neumonía por aspiración. También tenemos que tener en consideración que el contenido ruminal puede disminuir la expansión torácica, llevando a una acidosis respiratoria por hipercapnia (Blaze et al., 1988).

En bovinos jóvenes de hasta 100 kgs un ayuno de sólidos de 12 a 18 horas ya es suficiente, sin embargo en bovinos adultos el ayuno sólido deberá ser de 18 a 24 horas, con restricción hídrica de 12 horas. Ayunos mayores a 48 horas parece estar asociado a bradiarritmias en bovinos, siendo este el tiempo máximo recomendado. En animales menores de 4 meses no se recomienda el ayuno, y la suplementación con dextrosa para evitar la hipoglicemia (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019).

Las dosis y vías de los fármacos a ser administrados pueden variar según el caso clínico (emergencias o casos agendados), temperamento del animal, tamaño del animal, entre otras. En el Cuadro 5 se comparan dosis de

Cuadro 3. Dosis, vías e frecuencia de AINEs sugerida para ser utilizada en bovinos

AINE	Dosis mg/kg	Vía	Frecuencia
Carprofeno	1,4	IV; SC	48 hs
Ketoprofeno	3	IV; IM	SID
Fenilbutazona	4,4	IV; IM; VO	SID O 48 hs
Firocoxib	0,5	VO	
Flunixin de meglumine	1,1-2,2	IV; SC; VO	BID o TID
Meloxicam	0,5-1	IV; IM; SC; VO	

Cuadro 4. Dosis, vías e frecuencia de opioides sugerida para ser utilizada en bovinos

Opioide	Dosis (mg/kg)	Vía	Frecuencia
Morfina	0,1 (epidural)/ 0,05 - 0,4	IV; IM; Epidural	4 - 6 horas
Butorfanol	0,05 - 0,2	IV	2 - 3 horas

alfa2agonistas para animales con diferentes temperamentos (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019).

El sinergismo que presentan los distintos fármacos utilizados en la medicación pré-anestésica hace con que, podamos utilizar dosis menores cuando asociados, y proveer mejores esquemas analgésicos en muchos casos. Es necesario tomar en consideración mecanismos de acción, para poder potencializar los efectos deseables, minimizando los indeseables (Luna, S. P. L.; Carregaro, 2019). En el Cuadro 6 se presentan fármacos posibles a ser utilizados para la medicación pré-anestésia en bovinos

## Anestesia en bovinos: inducción y mantenimiento

Anestesiarse un bovino es un gran desafío, no solamente por el riesgo de regurgitación y timpanismo, sino también por la toma de decisiones del veterinario frente a casos de animales productivos, su valor económico, y tiempo de espera de distintos fármacos. La mayoría de los procedimientos se realiza bajo contención

física, sedación leve y anestesia regional con complemento de analgésicos. Sin embargo, procedimientos más prolongados o sofisticados exigen estados de inmovilización prolongados, necesitando anestésicos generales que pueden ser aplicadas por vía intravenosa solamente (Total Intravenous Anesthesia o TIVA), inhalatoria, o asociando ambas (Parcial Intravenous Anesthesia o PIVA) (Greene, 2003).

La inducción puede ser hecha por vía inhalatoria o inyectable. La inhalatoria es reserva a casos puntuales de inducción de terneros de menos de dos meses e edad, recordando que los agentes utilizados por esta vía presentan ventajas (como baja necesidad de metabolización para su eliminación), pero grandes efectos colaterales, principalmente vasodilatadores con su consecuente hipotensión que puede ser pronunciada en este tipo de inducción (Abrahamsen, 2008).

El mantenimiento de la anestesia general por vía intravenosa (TIVA) se puede hacer utilizando la asociación de fármacos que proporcionen relajamiento muscular, hipnosis y analgesia. Se recomienda una solución

Cuadro 5. Dosis de xilazina y detomidina en bovinos según temperamento.

Temperamento	Fármaco	Dosis IV mg/kg	Dosis IM mg/kg
Tranquilo (razas lecheras)	Xilazina	0,0075 – 0,01	0,015 – 0,02
	Detomidina	0,002 – 0,005	0,006 – 0,01
Tranquilo (ganado condicionado)	Xilazina	0,01 – 0,02	0,02 – 0,04
	Detomidina	0,002 – 0,005	0,006 – 0,01
Ansiosos (sin condicionamiento)	Xilazina	0,02 – 0,03	0,04 – 0,06
	Detomidina	0,005 – 0,0075	0,01 – 0,015
Estresados o agresivos	Xilazina	0,025 – 0,05	0,05 – 0,1
	Detomidina	0,01 – 0,015	0,015 – 0,02

Cuadro 6. Principales fármacos y dosis utilizados en bovinos para la medicación pré-anestésica.

Fármaco	Dosis mg/kg	Duración	Consideraciones
Atropina	0,1 – 0,2	15 min	Tratamiento de bradiarritmias
Acepromazina	0,01	35 min	Animales dóciles y exámenes andrológicos
Benzodiacepinas (diazepam y midazolam)	0,1 - 1	30 - 90 min	Sedación en terneros
Xilazina	0,02 – 0,2	30 - 60 min	Sedación y analgesia dosis dependiente
Detomidina	0,01 – 0,04	30 – 40 min	Sedación y analgesia dosis dependiente, cuadrupedal dependiendo de la dosis
Yohimbina Atipamezol	0,1 – 0,25 0,02 – 0,1		IM o IV lentamente
Ketamina	0,05 – 0,5	20 -?	Analgesia y MPA

que contenta EEG 5% (50 mg/mL), Ketamina (2 mg/mL) y xilazina (0,1 mg/mL) (Seddighi & Doherty, 2016). Para tal se agrega a 1 litro de solución fisiológica los medicamentos como descrito a seguir:

- 50 g de EEG
- 40 mL de Ketamina al 5%, o 20 mL de Ketamina al 10%
- 5 mL de xilazina al 2%, o 1 mL de xilazina al 10%

La infusión de esta solución se hace a una tasa de 1 a 2 mL/kg/h, ajustando de acuerdo al plano anestésico requerido para el tipo de cirugía, y momento de la misma.

En terneros se ha publicado que el propofol en infusión continua, a una tasa 0,6 a 0,8 mg/kg/min por vía intravenosa produce un excelente mantenimiento anestésico con estabilidad cardiovascular.

El mantenimiento de la anestesia se puede realizar también utilizando anestesia inhalatoria, de forma aislada o asociada a infusiones intravenosas (PIVA). Fármacos como la lidocaína en infusión continua (50 a 100 mcg/kg/min), proveen analgesia y disminuyen el requerimiento de fármacos inhalatorios para mantener el plano anestésico (Greene, 2003).

## Conclusiones

El diagnóstico de dolor provee la posibilidad de determinar la necesidad de rescate analgésico en los animales, y hoy en día encontramos en la literatura herramientas validadas para su

uso en bovinos. Existen diferentes asociaciones farmacológicas para el tratamiento del dolor, como para la anestesia a campo, asegurando un perfil seguro en los procedimientos y bienestar animal.

## Bibliografía

Abrahamsen, E. J. (2008). Ruminant field anesthesia. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 24(3), 429–441. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2008.07.001>

Anderson, D. E., & Edmondson, M. A. (2013). Prevention and management of surgical pain in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 29(1), 157–184. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2012.11.006>

Anderson, D. E., & Muir, W. W. (2005). Pain management in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 21(3), 623–635. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2005.07.002>

Anil, S. S., Anil, L., & Deen, J. (2002). Challenges of pain assessment in domestic animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(3), 313–319. <https://doi.org/10.2460/JAVMA.2002.220.313>

Blaze, C. A., LeBlanc, P. H., & Robinson, N. E. (1988). Effect of withholding feed on ventilation and the incidence of regurgitation during halothane anesthesia of adult cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 49(12), 2126–2129. <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-withholding-feed-on-ventilation-and-the-Blaze-Leblanc/f31b52de0771c88d67f670ecc025090266d4ceb4>

Cuadro 7. Ejemplos de sedación e inducción para bovinos

	Sedación (mg/kg)	Inducción (mg/kg)
Bovino adulto	Xilazina 0,05 a 0,2 IM/ 0,05 IV o IM Acepromazina 0,1 IM o IV	Ketamina 2 + Benzodiacepina 0,1 a 0,3 IV Ketamina 2 + EEG 5% 60 a 100 IV
Ternero	Benzodiacepina 0,1 + Morfina/Butorfanol 0,1 IM/IV	Ketamina 2 a 5 IV Propofol 1 a 3 IV Ketamina + Benzodiacepina 0,05 a 0,1 IV Zoletil 4 IV

Coetzee, J. F. (2013). Assessment and management of pain associated with castration in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 29(1), 75–101. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2012.11.002>

de Oliveira, F. A., Luna, S. P. L., do Amaral, J. B., Rodrigues, K. A., Sant'Anna, A. C., Dao-lio, M., & Brondani, J. T. (2014). Validation of the UNESP-Botucatu unidimensional composite pain scale for assessing postoperative pain in cattle. *BMC Veterinary Research*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/S12917-014-0200-0>

Fajt, V. R., Wagner, S. A., & Norby, B. (2011). Analgesic drug administration and attitudes about analgesia in cattle among bovine practitioners in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(6), 755–767. <https://doi.org/10.2460/JAVMA.238.6.755>

Flecknell, P. (2008). Analgesia from a veterinary perspective. *British Journal of Anaesthesia*, 101(1), 121–124. <https://doi.org/10.1093/BJA/AEN087>

Fulwider, W. K., Grandin, T., Rollin, B. E., Engle, T. E., Dalsted, N. L., & Lamm, W. D. (2008). Survey of dairy management practices on one hundred thirteen north central and northeastern United States dairies. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1686–1692. <https://doi.org/10.3168/JDS.2007-0631>

Greene, S. A. (2003). Protocols for anesthesia of cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 19(3), 679–693. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(03\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(03)00052-5)

Guedes, A. (2017). Pain Management in Horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 33(1), 181–211. <https://doi.org/10.1016/J.CVEQ.2016.11.006>

Hewson, C. J., Dohoo, I. R., & Lemke, K. A. (2006). Factors affecting the use of postincisional analgesics in dogs and cats by Canadian

veterinarians in 2001. *Canadian Veterinary Journal*, 47(5), 453–459.

Lorena, S. E. R. S., Luna, S. P. L., Lascelles, B. D. X., & Corrente, J. E. (2013). Attitude of Brazilian veterinarians in the recognition and treatment of pain in horses and cattle. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 40(4). <https://doi.org/10.1111/vaa.12025>

Luna, S. P. L.; Carregaro, A. B. (2019). *Anestesia e Analgesia em Equídeos, Ruminantes e Suínos | Amazon.com.br* (1a ed.). medvet.

Mathews, K., Kronen, P. W., Lascelles, D., Nolan, A., Robertson, S., Steagall, P. V. M., Wright, B., & Yamashita, K. (2014). Guidelines for Recognition, Assessment and Treatment of Pain: WSAVA Global Pain Council members and co-authors of this document: *Journal of Small Animal Practice*, 55(6). <https://doi.org/10.1111/jsap.12200>

McLennan, K., & Mahmoud, M. (2019). Development of an Automated Pain Facial Expression Detection System for Sheep (Ovis Aries). *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/ANI9040196>

Millman, S. T. (2013). Behavioral responses of cattle to pain and implications for diagnosis, management, and animal welfare. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 29(1), 47–58. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2012.11.007>

Molony, V., & Kent, J. E. (1997). Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *Journal of Animal Science*, 75(1), 266–272. <https://doi.org/10.2527/1997.751266X>

Raekallio, M., Heinonen, K. M., Kuussaari, J., & Vainio, O. (2003). Pain alleviation in animals: Attitudes and practices of Finnish veterinarians. *Veterinary Journal*, 165(2), 131–135. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(02\)00186-7](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(02)00186-7)



Seddighi, R., & Doherty, T. J. (2016). Field Sedation and Anesthesia of Ruminants. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 32(3), 553–570. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2016.05.002>

Shpigel, N. Y., Chen, R., Winkler, M., Saran, A., Ziv, G., & Longo, F. (1994). Anti-inflammatory ketoprofen in the treatment of field cases of bovine mastitis. *Research in Veterinary Science*, 56(1), 62–68. [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(94\)90197-X](https://doi.org/10.1016/0034-5288(94)90197-X)

Shpigel, N. Y., Winkler, M., Saran, A., & Ziv, G. (1996). The anti-inflammatory drugs phenylbutazone and dipyrone in the treatment of field cases of bovine mastitis. *Zentralblatt Fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 43(6), 331–336. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0442.1996.TB00460.X>

Thomsen, P. T., Munksgaard, L., & Togersen, F. A. (2008). Evaluation of a lameness scoring system for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 119–126. <https://doi.org/10.3168/JDS.2007-0496>

# LAPARATOMÍA EXPLORATORIA CUANDO REALIZARLA Y QUE BUSCAR

*\*Oscar R. Perusia M.V.*

La laparatomía exploratoria en el bovino es una técnica quirúrgica sencilla, económica, rápida y segura para llegar a un diagnóstico y/o tratamiento de algunas alteraciones del abdomen bovino, más aún teniendo en cuenta que por los valores económicos de los bovinos y también por los lugares en que se encuentran, no es muchas veces muy accesible llegar a ellos con gran aparatología (Rayos X, endoscopios, ecógrafos, etc.).

Antes de entrar en el tema específico haré un recordatorio anatómico para saber que encontraremos durante el ingreso al abdomen mediante las técnicas de laparatomía por el flanco derecho e izquierdo.

Una premisa para el ingreso derecho o izquierdo es explorar primero el abdomen posterior y luego el anterior en razón de que las mayorías de la peritonitis en el bovino son anteriores, por lo tanto, esta precaución se entiende, es para no llevar mediante manipulación, la infección al abdomen posterior.

Ingresando por el flanco derecho dirigimos el brazo hacia posterior, allí podemos palpar todo el interior de la pelvis (fisuras, edemas, abscesos, etc.), aparato reproductor (tamaño, consistencia, etc.) y vejiga (malformaciones, cálculos).

Posteriormente riñón derecho (consistencia, tamaño).

Llevando el brazo hacia adelante palpamos hígado (abscesos), vesícula biliar (impacción, desviación hacia arriba), omento mayor, abomaso (D.A.D) y píloro.

Luego desplazamos hacia adelante el omento y allí podemos palpar y observar (parte de) ciego (impacción), intestinos (invaginaciones, vólvulos, yeyunitis hemorrágica torsión de la flexura sigmoidea, tumores, etc.).

En el ingreso por el flanco izquierdo: dirigimos nuestro brazo a posterior del abdomen donde podemos explorar los mismos órganos mencionados anteriormente.

Luego mientras llevamos el brazo para adelante explorando rumen (tamaño), en abdomen anterior evaluamos el bazo (tamaño, tumores), exterior de retículo y diafragma (abscesos, adherencias nuevas o viejas).

Continuamos con la ruminotomía, mientras extraemos parte o todo su contenido podemos encontrarnos con cuerpos extraños (sogas, hilos, trapos, restos de nylon, etc.)

Luego el interior reticular buscando cuerpos extraños clavados o libres (para esto es útil llevar un imán en la mano), luego debe pellizcarse el fondo de la pared reticular que si éste es posible significa que no hay adherencias.

Posteriormente palpamos la pared reticular derecha buscando abscesos retículo-omasales, éstos se palpan de consistencia elástica a diferencia de la consistencia del omaso que es duro y pastoso. Estos abscesos pueden causar el Síndrome de Hoflund.

Seguimos con la zona periférica del cardias en busca de papilomas que suelen ser pedunculados y pueden obstruir el cardias provocando timpanismo postprandial. También en esta zona puede haber granulomas actinobacilosis provocando regurgitaciones y/o indigestiones. Tratamiento médico con Ioduro de sodio al 60% 10 ml/100kg por vía endovenosa.

Por últimos comprobamos la permeabilidad del orificio retículo-omasal, (placenta o plásticos atascados), también por este orificio se puede introducir con una bomba de Hauptner agua y vaselina líquida en caso de impacción abomasal.

Antes de decidir esta cirugía el clínico debe seguir ciertos pasos semiológicos para tratar de llegar al diagnóstico presuntivo que justifique la intervención.

Además del control semiológico de rutina (temperatura, ritmo cardíaco, ritmo respiratorio, auscultación y palpación abdominal, etc.) se debe prestar atención a los siguientes puntos:

## 1-Historia clínica

¿Nos indica la historia clínica un trastorno abdominal solucionable quirúrgicamente? Preguntarnos esto es muy importante porque si la misma nos hace presumir una historia oscura de por ejemplo leucosis bovina enzoótica, debemos agotar otros métodos complementarios de diagnóstico (serología), ya que en este caso estaría contraindicada la cirugía.

## 2-Evaluar el perfil abdominal

Toda distensión abdominal produce un perfil característico. (Cuadro nº 1)

Esta alteración de la forma del abdomen bovino se debe evaluar mediante una inspección desde atrás.

Se puede hacer alusión a un cuadrante horario para indicar el lugar de la deformación.

Las distintas formas pueden sugerir lo siguiente:

2.1 Un perfil abdominal normal es simétrico, recto o levemente hundido en la mitad dorsal y algo distendido en la mitad ventral.

2.2 Flanco izquierdo levemente distendido en la mitad dorsal (9-11hs.): retículo-peritonitis traumática.

2.3 Flanco izquierdo dorsal muy distendido (9-11 hs.): timpanismo gaseoso.

2.4 Distensión de todo el flanco izquierdo (7-

11 hs.): timpanismo espumoso.

2.5 Distensión de todo el flanco izquierdo y la parte ventral derecha (4-11 hs): indigestión vaginal anterior.

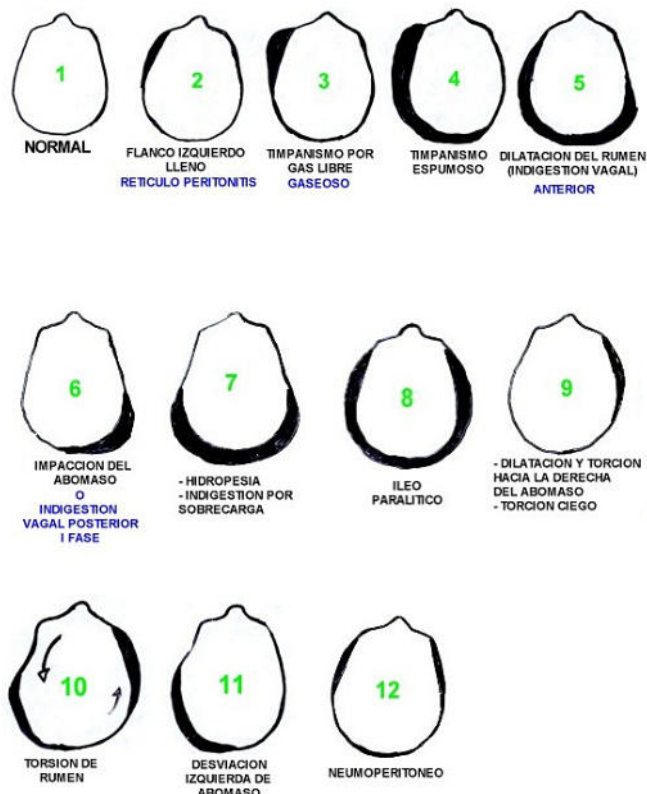
2.6 Distensión de la parte ventral derecha (4-5 hs.): indigestión vaginal posterior o impacción de abomaso.

2.7 Gran distensión simétrica de las partes ventrales (abdomen en forma de pera - 4-8 hs.): hidropesía de las membranas fetales, intensa ascitis.

2.9 Distensión de la parte dorsal derecha (1-3 hs.): desviación abomasal derecha o impacción de ciego.

2.10 Distensión de las partes ventral izquierda y dorsal derecha (7-9 y 1-3 hs.): torsión de rumen.

PERFILES ABDOMINALES DEL BOVINO (Cuadro 1) (VISTO DE ATRÁS)



ADAPTACION DE STÖBER Y DIRKSEN  
BOVINE PRACTICER - 12 - 1977

2.11 Distensión de la parte ventral izquierda (7-9 hs.): desviación abomasal izquierda.

2.8 Distensión simétrica leve de todo el abdomen: íleo paralítico-peritonitis aguda difusa.

Durante la observación del perfil abdominal también debemos descartar las deformaciones pseudoabdominales provocadas por diversas tumefacciones subcutáneas (enfisema, colecciones líquidas, etc.).

### 3- Característica de la materia fecal

Las diversas características de la materia fecal nos pueden orientar a diversas patologías del aparato digestivo.

Se debe evaluar la cantidad, consistencia, color, olor, grado de digestión de los alimentos y la presencia de sustancias propias del organismo (sangre, moco, pseudomembranas, etc.) y sustancias ajenas al organismo (parásitos, arena, etc.).

Las distintas características de la materia fecal pueden sugerir:

3.1 Heces en forma de boñiga: íleo paralítico.

Ausencia de heces y tapón mucoso: ílio paralítico: peritonitis posterior (Signo del brazo positivo).

Ausencia de heces y poco moco sanguinolento oscuro: Obstrucción física intestinal de 24-48 hs. (Signo del brazo positivo).

Heces semejantes al barro: desviación abomasal derecha con torsión o impacción de ciego con torsión.

Heces pastosas, muy desmenuzadas, sin fibra, con brillo: desviación abomasal izquierda o indigestión vagal posterior.

Heces muy oscuras, con moco y melenas (alquitranadas): úlcera sangrante de abomaso.

Presencia de fibras vegetales largas, mal rumiadas: reticuloperitonitis traumática.

Heces color gris-amarillentas con fuerte olor ácido: Indigestión ruminal con acidosis.

Heces oscuras, brillantes, con fuerte olor pútrido: indigestión ruminal con alcalosis.

Hay otras características particulares de las heces que no las mencionamos porque no hacen a nuestro tema.

### 4-Tacto rectal

Mediante el tacto rectal podemos realizar una palpación minuciosa de todo el abdomen posterior siendo una extraordinaria ayuda diagnóstica para complementar con otros hallazgos y decidir o no una laparatomía.

Haciendo referencia al cuadro nº 2 y a través de esta maniobra podemos explorar lo siguiente:

En un abdomen normal se pueden palpar bastante bien los 2/3 superiores del abdomen posterior de un bovino adulto (variando según la longitud de brazo del clínico y el tamaño del bovino).

En un rumen en forma de "L", se puede palpar la unión del saco dorsal con el saco ventral deformado y con la misma consistencia a la izquierda y a la derecha lo que nos puede sugerir una indigestión vagal anterior.

Una torsión (vólvulo) o intususcepción intestinal se palpa como una masa dura de 7-15 cm de diámetro que, según su ubicación, algunas veces, no se llega a tocar, pero en este caso dos ayudantes procederán con una tabla a elevar el abdomen para tratar de acercar los intestinos a la mano del clínico.

La torsión mesentérica se palpa como un racimo de asas intestinales distendidas por gas, además un cordón fibroso central superior, duro, semejante a una sogá que nos sugiere la



torsión mesentérica.

Impacción de ciego con o sin torsión: se palpa en el cuadrante superior derecho una víscera distendida con gas, móvil, cuyo eje mayor es horizontal. Algunas veces se introduce en la cavidad pelviana.

Desviación abomasal derecha D.A.D.: se palpa en el fondo del cuadrante superior derecho una víscera muy tensa, distendida con gas cuyo eje mayor es vertical, el tamaño y la distensión es mayor si hay torsión.

Impacción abomasal por lo general por indigestión vagal posterior o por consumo de mucha fibra indigerible (sequias prolongadas): se podría palpar en el cuadrante inferior derecho la parte dorsal del abomaso, duro y pastoso, semejante al rumen en forma L pero se puede comprobar la separación existente entra rumen y abomaso, además de la diferencia de consistencia.

Desviación abomasal izquierda: excepcionalmente se puede palpar en el cuadrante superior izquierdo entre el rumen y la pared abdominal izquierda. Se trata de una bolsa tensa con gas que corresponde a parte de la curvatura mayor del abomaso desviado. Más común es palpar el saco dorsal del rumen más angosto que lo normal.

Hidropesía de las membranas fetales: presenta a la palpación un útero de gran tamaño que ocupa gran parte del abdomen, pudiéndose palpar en el hidroamnios el feto y los placentomas, pero difícilmente los cuernos uterinos. Mientras que en el hidroalantoides por lo general se palpan los cuernos muy distendidos sin poderse palpar el feto y los placentomas.

Palpación del riñón derecho.

Palpación de ganglios linfáticos pelvianos y mesentéricos. Útero.

Palpación de vejiga (cálculos, tumores) y uréteres, éstos sólo si están hipertrofiados.

Palpación de fibrina: peritonitis posterior o peritonitis aguda difusa. Si hay adherencias, al despegarlas percibiremos leve crepitación nítida. Si está afectado el recto, se percibe como un tubo rígido y frágil que no permite desplazar el brazo.

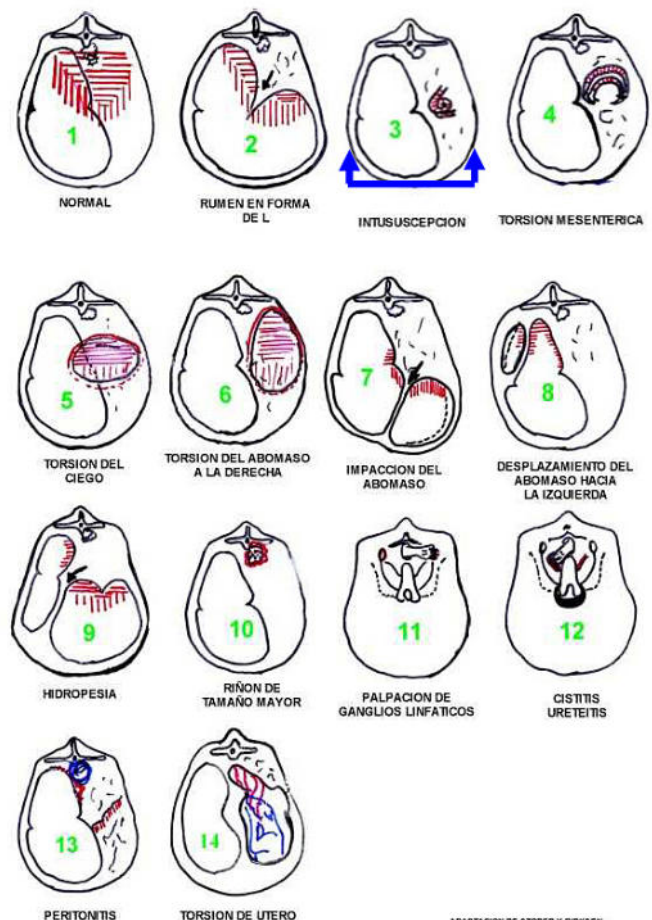
Torsión uterina: se palpa el cuello uterino muy tirante con las estrías de la torsión derecha o izquierda.

## 5-Manifestación de dolor abdominal

Coceo de vientre y actitudes posturales como estiramiento del cuerpo indican distensión aguda de vísceras huecas (cólico).

La posición de “falsa xifosis” indica dolor abdominal subagudo preferentemente ventral (retículo-peritonitis, esplenomegalia, hepatomegalia).

HALLAZGOS POR TACTO RECTAL EN EL BOVINO (Cuadro 2)



ADAPTACION DE STOBER Y DIRKSEN BOVINE PRACTITIONER - 12 - 1977

Los quejidos (cuadro 3) pueden ser espontáneos (muy graves) o provocados con maniobras semiológicas de la siguiente manera:

Lado izquierdo: hundir el puño a través de toda la zona retrocostal desde el flanco hasta la zona retroxifoidea izquierda con el objetivo de provocar un quejido. Comenzando en el flanco (abscesos endoabdominales por lo general consecuencias de punciones ruminales por timpanismo).

Zona retrocostal media: hipertrofia de bazo (anaplasmosis).

Zona retroxifoidea: reticuloperitonitis.

## •CAUSAS DE QUEJIDOS

### •TORAXICO

#### •PLEURITIS

#### •\* PERICARDITIS

#### •TRAUMATICA

#### •\* HIDROPERICARDIO GRAVE

#### •\* PSEUDOPERICARDITIS

#### •ENFISEMA

#### •PULMONAR

#### •GRAVE

#### •NEUMONIA

#### •GRAVE

### •ABDOMINAL

#### •PERITONITIS

##### •LOCAL AGUDA

##### •DIFUSA AGUDA

##### •CRONICA

#### •VISCERA U

#### •ORGANO

#### •DISTENDIDO

##### •RUMEN

##### •ABOMASO

##### •OMASO

##### •HEPATOMEGALIA

##### •GRAVE

##### •ESPLENOMEGALIA

##### •GRAVE

##### •OBSTRUCCION

##### •INTESTINAL

Lado derecho: hundir el puño a través de toda la zona retrocostal desde el flanco hasta la zona retroxifoidea derecha con el objetivo de provocar un quejido. Comenzando en el flanco y zona media (hipertrofia hepática, abscesos hepáticos, impacción de la vesícula).

Zona retroxifoidea: abomaso peritonitis, abomasitis.

5.1 *Dolor torácico*: Enfisema pulmonar grave, neumonía grave, pleuritis, pericarditis traumática, pseudopericarditis.

### 5.2 *Dolor abdominal*:

5.2.1 Peritonitis aguda local o difusa, peritonitis crónica.

5.2.2 Víscera u órgano distendido: rumen, abomaso, omaso, hepatomegalia, esplenomegalia, obstrucción intestinal aguda.

5.2.3 Dolor grave en la vía genitourinaria: vaginitis, vulvitis o urolitiasis.

6-Percusión-auscultación abdominal buscando el sonido Pingg...(Fig 4)

Con esta técnica buscamos zonas de ping, sonido metálico, con tonalidad alta y persistente que será más intensa cuando más grande sea la víscera que lo provoca, la cual debe contener poco líquido en la parte baja y aire en la parte alta.

-Del lado derecho podemos encontrar:

\*Ping con tonalidad alta en la parte abdominal posterior, tercio superior que puede corresponder a ciego impactado, en este caso el sonido puede intensificarse o atenuarse en el mismo momento por la movilidad propia del ciego.

\*Ping con tonalidad alta en la parte abdominal posterior y media, tercio superior y medio que puede corresponder a la Desviación Abomasal Derecha (D.A.D) con o sin torsión. En

este caso se puede complementar con ruidos de succión haciendo la prueba correspondiente en la zona abomasal.

\*Ping con tonalidad baja en la parte abdominal posterior, tercio superior que puede corresponder timpanización intestinal en yeyuno o íleon (Vólvulo o invaginación intestinal, yeyunitis hemorrágica).

\*Ping con tonalidad baja en la parte abdominal anterior, tercio superior craneal a duodeno (torsión de la flexura sigmoidea).

-Del lado izquierdo podemos encontrar:

\*Ping con tonalidad muy alta en abdomen superior, tercio medio-superior correspondiente a una Desviación Abomasal Izquierda (D.A.I.). Excepcionalmente puede haber un sonido similar percutiendo las apófisis transversas de las vértebras lumbares correspondiente a un rumen vacío con poco líquido en su parte ventral. (Fig.5)

## 7-Temperatura rectal

El aumento nos puede indicar una infección principalmente de una peritonitis en cualquiera de sus versiones.

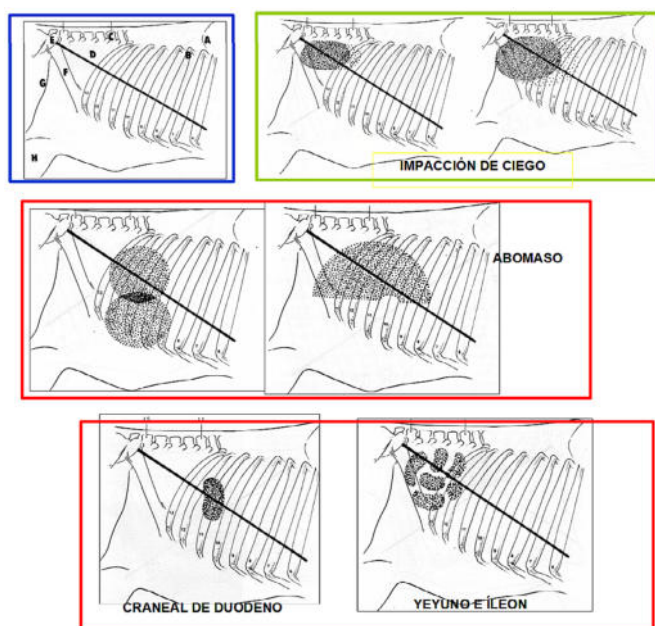


Figura 4. RADOSTITS O.

## 8-Ecografía

Con ella podemos detectar vísceras timpánizadas, zonas de fibrina (peritonitis), dislocación de la vesícula biliar, etc.

## 9-Líquido peritoneal y hemograma

Líquido peritoneal sanguinolento y leucograma desviado a la izquierda sugieren peritonitis incipiente por torsión intestinal.

Líquido peritoneal amarillento, con fibrina, olor pútrido puede sugerir peritonitis de más de 48 horas, circunscripta o difusa, de distintos orígenes, sobre todo si está acompañado de leucocitosis con neutrofilia.

Normocitosis con eosinofilia sugiere peritonitis crónica.

## BIBLIOGRAFIA

Blood D. y Radostits O. - Medicina Veterinaria.

Blowey R. y Weaver A. - Atlas en color de Patología del ganado vacuno.

Garnero O. y Perusia O. - Manual de anestias y cirugías del bovino. [www.manualcirugias.tk](http://www.manualcirugias.tk)

Harvey D. Patologías intestinales-<https://drive.google.com/file/d/1UFf3LfVnwTiDVsZ->

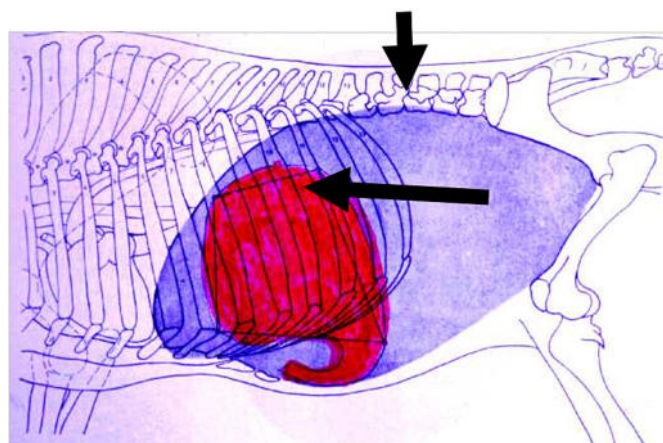


Figura 5

TVym9Gc0mOgXbEEep/view?usp=sharing

Harvey D. y Desrochers A. – Cirugías del abomaso en los bovinos (CD).

Perusia O. – Atlas de patología bovina. [www.atlasdepatologiabovina.tk](http://www.atlasdepatologiabovina.tk)

Ranz Vallejos J.- You Tube: ¿Hay patologías quirúrgicas nuevas en el abdomen bovino?

Rebhund W. – Enfermedades del ganado vacuno lechero.

Rosemberger G. – Enfermedades de los bovinos.

Serens E. – Patologías de los estómagos de los bóvidos.

Oscar R. Perusia M.V.

Ex-Profesor de Clínica de Rumiantes

Facultad de Ciencias Veterinarias

Universidad Nacional del Litoral

Esperanza-Santa Fe- Argentina

[operusia@yahoo.com.ar](mailto:operusia@yahoo.com.ar)



# Cesárea: Claves para el éxito

Oscar Garnero – Oscar Perusia

### Cesárea por el flanco izquierdo

Puede realizarse con el animal en pie o en decúbito esterno-abdominal con el miembro posterior izquierdo dirigido hacia atrás. En esta posición hay dos inconvenientes, que el animal tienda a caerse sobre el lado izquierdo y que la herida no pueda completarse lo suficiente hacia ventral, debido a la cercanía con el suelo.

No es recomendable trabajar con el animal en pie en casos de fetos enfisematosos o parturientas agotadas o en toxemia.

**Anestesia:** Se debe sedar el animal con Acepromacina, o su combinación con ketamina. Recientemente algunos colegas incorporaron un opiáceo, el Butorfanol combinado con Acepromacina e incluso con el agregado de Ketamina todos a muy baja dosis, Ej. 0.5 cm de cada uno por vía subcutánea, esto garantiza un efecto prolongado y moderada analgesia. En todos los casos se deberá recurrir también a las anestésicas locales o Tronculares.

Se puede realizar infiltración tipo “L” invertida en el flanco o utilizar las anestésicas de conducción ya descritas, técnicas de Magda, Farquarson o epidural lumbarsegmental.

Es importante destacar que es preferible no utilizar xilacina en las cesáreas por el efecto ocitócico de esta droga, lo cual dificultará la manipulación del útero.

La técnica consiste en realizar todos los pasos descritos para la laparotomía exploratoria (Fig. 164-4 y 5), anestesia, preparación del campo, etc. En caso de decidir trabajar con el animal en decúbito, podemos optar por las anestésicas epidural alta o epidural lumbo-sacra.

Se realiza una incisión amplia, que comienza en la unión de los tercios dorsal y medio del abdomen. Esto es alrededor de dos traveses de mano por debajo de las apófisis transversas lumbares, dependiendo del tamaño del animal. La incisión se continúa verticalmente hasta la mitad del tercio ventral del abdomen por 35 cm de largo, esto es aproximadamente a un través de mano por debajo de la altura del pliegue del ijar (Fig. 164-4 y 165). Otra alternativa es realizar una incisión oblicua paracostal que se inicia en el mismo punto de la anterior y finaliza en el pliegue del ijar (Fig. 164-5).

Se continúa la profundización de la herida a tijera acodada en la misma dirección y atravesando todos los planos. Se sugiere realizar he-

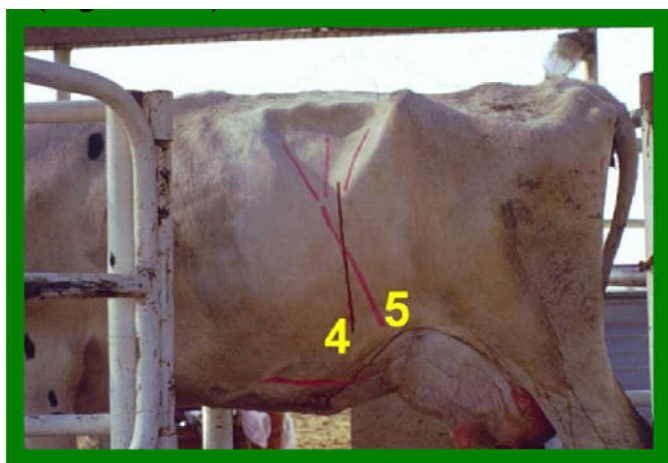


Fig. 164



Fig. 165

mostasia por ligadura, sobre todo de la arteria circunfleja ilíaca, y por pinzamiento del resto de los vasos.

Al llegar al plano profundo, fascia interna del transverso y peritoneo, se tiene la precaución de realizar un ojal en el vértice superior de la herida por donde se producirá el ingreso de aire al abdomen. Desde allí se prolonga con tijera acodada hasta el vértice inferior.

Al ingresar al abdomen nos encontraremos con el borde posterior del gran omento abdominal, él que normalmente se encuentra edematizado y recubriendo parte del rumen y el útero. En este momento tomaremos con la mano derecha el borde posterior de gran omento y lo desplazaremos todo lo posible hacia adelante, dejándolo aprisionado entre el rumen y la pared costal. De esta manera no suele interferir en las maniobras siguientes.

Ahora iniciamos la búsqueda del útero, intentando tomar partes fetales como un metatarso o un metacarpo, según la presentación, y tratamos de presentarlo sobre la herida abdominal. En muchos casos este tiempo quirúrgico se verá dificultado por el tono uterino, especialmente en partos demorados o si hemos utilizado xilacina como sedante (recordar su efecto tónico sobre el útero).

También este paso se verá dificultado si el feto se encuentra gestado en el cuerno derecho. De todos modos una presentación mínima sobre el campo quirúrgico puede lograrse antes de la apertura del útero para evitar el volcado en la cavidad abdominal de los líquidos fetales.

Lograda la presentación, efectuamos la incisión uterina, preferentemente sobre la curvatura mayor del útero, lo más lejos posible del cuerpo del útero. Para iniciar la incisión debemos aprovechar las partes duras del feto (tarso, carpo, nudo, etc.).

De esta manera nos aseguramos estar en espacios intercotiledonarios y evitaremos he-

morragias innecesarias. La incisión se continúa a tijera acodada siguiendo la dirección de la curvatura mayor del útero y del largo necesario para permitir la extracción fetal. Esta dirección nos garantiza que la herida uterina se realice sobre espacios intercotiledonarios. En este momento evitaremos en lo posible el ingreso de los líquidos fetales a la cavidad abdominal y procederemos a la extracción del feto. En algunos casos la flaccidez del útero (sobre todo si se utilizó previamente un tocolítico) nos permite tomar con pinzas de órganos los vértices de la herida con la colaboración de un ayudante. De esta manera una vez extraído el feto, el útero quedará exteriorizado evitando el riesgo de volcar hacia la cavidad abdominal los restos de líquidos fetales. De no ser posible la maniobra anterior, luego de lograda la extracción fetal se tomará el útero por ambos vértices de la herida exteriorizándolo para iniciar la síntesis.

Si no se produjo la deciduación espontánea, se intentará extraer la placenta o por lo menos parte de ella para facilitar la sutura.

A partir del vértice más cercano al cuerpo del útero se inicia una sutura de Cushing (Fig. 109) con catgut N° 1-2 y aguja atraumática. Se higieniza la serosa uterina, se desprenden los posibles coágulos y se reintroduce en la cavidad abdominal. Se sugiere untar la herida del útero con un antibiótico base oleosa, lo que

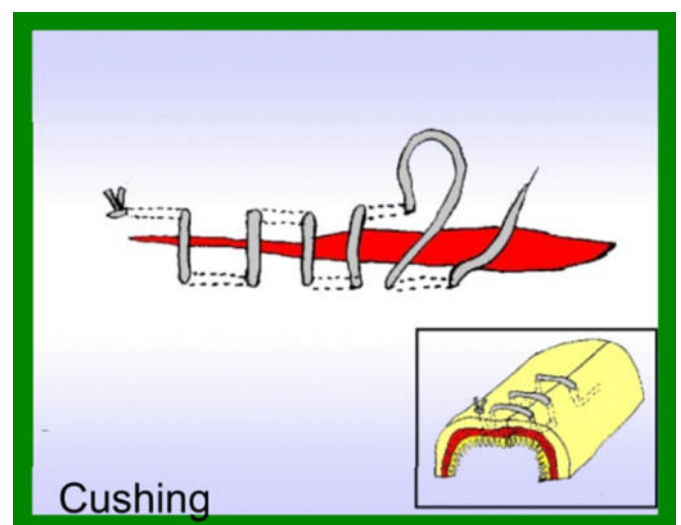


Fig. 109

evitará futuras adherencias.

Se procede al vaciamiento manual de los líquidos caídos en la cavidad abdominal, y se restablece el gran omento a su lugar si no se produjo espontáneamente.

La síntesis de la pared se realiza de acuerdo a lo ya descrito para laparatomías en general (ver ruminotomía).

Finaliza con antibioterapia general, oxitócicos y prostaglandinas.

### Cesárea paramediana izquierda

Existen varias alternativas, pero creemos que la más utilizada es la conocida como técnica paramediana según Göetze.

El animal es volteado sobre su lado derecho, con los miembros anteriores hacia adelante y el posterior izquierdo hacia atrás.

Las alternativas de lograr una buena anestesia son varias, en general preferimos la combinación ketamina con infiltración local. Puede usarse premedicación con acepromacina para facilitar el manejo previo, el volteo, la preparación del campo quirúrgico e incluso la infiltración local antes de inyectar por vía endovenosa la ketamina.

Es importante destacar que es preferible no utilizar xilacina en las cesáreas por el efecto ocitócico de esta droga, lo cual dificultará la manipulación del útero.

Se prepara el campo quirúrgico cuyos límites principales son: en caudal, la inserción del cuarto mamario anterior izquierdo; en ventral la vena mamaria y un límite craneal constituido por el borde posterior grueso del músculo cutáneo (Fig. 166). En general este límite craneal debe ser rebasado incidiendo parte del músculo debido a los edemas típicos de las vaquillonas de primer parto que reducen el campo quirúrgico.

La incisión se inicia por debajo del pliegue de la babilla y se prolonga hacia adelante todo lo necesario, aproximadamente a 4-5 cm de la vena mamaria y paralela a ella. Incidida la piel y por divulsión roma del conjuntivo subcutáneo visualizamos claramente la fascia abdominal de color amarillo fuerte.

La fascia es incidida a bisturí en uno de los vértices continuando con tijera acodada y evitando el músculo recto abdominal. En este tiempo quirúrgico será necesario realizar la separación de la fascia abdominal del músculo recto abdominal a 2 cm de su borde libre (Fig. 167). Esta maniobra facilitará la síntesis de la pared abdominal.



Fig. 166



Fig. 167



Ahora será necesario realizar un ojal a tijera sobre el músculo recto abdominal en el centro de la herida y por divulsión digital se separan sus fibras.

El plano siguiente constituido por la fascia interna del recto abdominal y el peritoneo, es incidido a bisturí, continuando con tijera acodada en la misma dirección. De esta manera ingresamos a la cavidad abdominal donde nos encontraremos con el gran omento el que será desplazado hacia delante tratando de aprisionarlo entre el rumen y la pared abdominal izquierda (Fig. 168).

Se inicia la búsqueda del útero, intentando tomar partes fetales como un metatarso o un metacarpo según la presentación. Tratamos de presentarlo sobre la herida abdominal, fijándolo en un ángulo con el carpo/tarso y en el otro con el borde libre de la pezuña (Fig. 169).

Lograda la presentación, efectuamos la incisión uterina, preferentemente sobre la curvatura mayor del útero, lo más lejos posible del cuerpo del útero. Para iniciar la incisión debemos aprovechar las partes duras del feto (tarso, carpo, nudo, etc.).

De esta manera nos aseguramos estar en espacios intercotiledonarios y evitaremos hemorragias innecesarias. La incisión se continúa a tijera acodada siguiendo la dirección de

la curvatura mayor del útero y del largo necesario para permitir la extracción fetal. Esta dirección nos garantiza que la herida uterina se realice sobre espacios intercotiledonarios.

En este momento evitaremos en lo posible el ingreso de los líquidos fetales a la cavidad abdominal y procederemos a la extracción del feto (Fig. 170).

En algunos casos la flaccidez del útero (especialmente si se utilizó previamente un tocolítico) nos permite tomar con pinzas de órganos los vértices de la herida con la colaboración de un ayudante.

De esta manera una vez extraído el feto, el útero no quedará suelto en la cavidad abdominal con el riesgo de volcar los restos de líquidos fetales. De no ser posible la maniobra anterior, luego de lograda la extracción fetal se tomará el útero por ambos vértices de la herida exteriorizándolo.

Si no se produjo la decídua espontánea, se intentará extraer la placenta o por lo menos parte de ella para facilitar la sutura.

A partir del vértice más cercano al cuerpo del útero se inicia una sutura de Cushing (Fig. 109) con catgut N° 1-2 y aguja atraumática. Se higieniza la serosa uterina, se desprenden los posibles coágulos y se reintroduce en la ca-



Fig. 168



Fig. 169



## Disertantes

vidad abdominal. Se sugiere untar la herida del útero con un antibiótico base oleosa, lo que evitará futuras adherencias.

Se procede al vaciamiento manual de los líquidos caídos en la cavidad abdominal y se restablece al gran omento a su lugar si no se produjo espontáneamente.

La síntesis de la pared abdominal comienza desde el vértice caudal por medio de una sutura en guarda griega (Fig. 171) que incluye la fascia y el peritoneo de ambos bordes, pero excluye al músculo recto abdominal (Fig. 172). Esta técnica provoca una sutura en eversión, muy fuerte y que una vez finalizada puede ser reforzada con una sutura tipo Surgette sobre los bordes (Fig. 111), lo que garantiza su fortaleza.

Otra opción consiste en iniciar la sutura desde el vértice anterior de la herida (dejando los cabos largos), también en guarda griega, que al llegar al vértice posterior, sin anudar, vuelve sobre la cresta en Surgette (Fig. 111), finalizando el anudado con los cabos iniciales.

Luego es aconsejable realizar una sutura continua, a puntos alejados, del tejido subcutáneo para acercar los bordes de piel y evitar los seromas tan frecuentes en estos casos.

La síntesis de piel es similar a la descrita para las laparatomías (ver ruminotomía). Finaliza con antibioterapia general, prostaglandinas y oxitócicos.



Fig. 170



Fig. 173

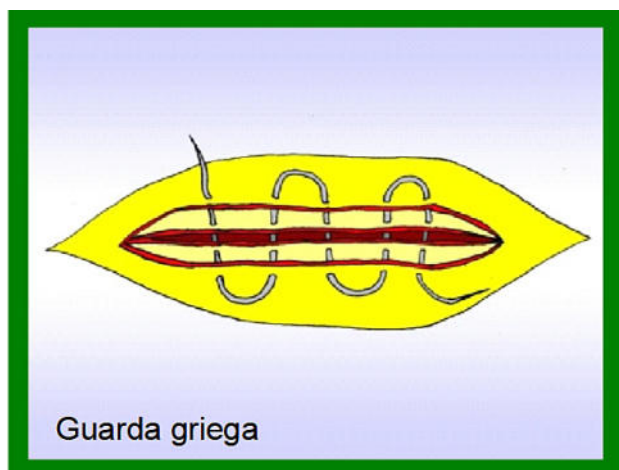


Fig. 171

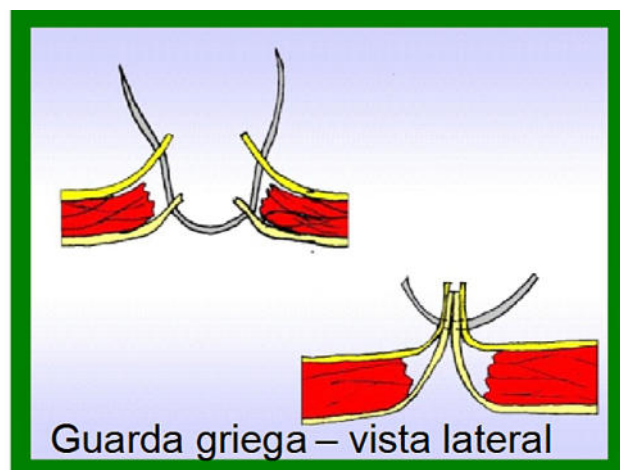


Fig. 172

# Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne

F. Cuadro<sup>1,2</sup>, C. García Pintos<sup>1,2</sup>, R. Núñez–Olivera<sup>1</sup>, C. Brochado<sup>1</sup>, F. Fabini<sup>3</sup>,

C. Abelenda<sup>3</sup>, J. Buero<sup>3</sup>, V. Pais<sup>1</sup>, C. Caffera<sup>2</sup>, A. Menchaca<sup>1,2\*</sup>

1- Instituto de Reproducción Animal Uruguay, Fundación IRAUy, Montevideo, Uruguay.

2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Montevideo, Uruguay.

3- Actividad Privada.

\* menchaca.alejo@gmail.com

## Introducción

Los fármacos en base a estradiol (17 $\beta$ -estradiol y sus ésteres) son utilizados de rutina en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en bovinos en la mayoría de los países fuera de la Unión Europea (UE), en particular en Latinoamérica. Solo en los países del Mercosur, estos fármacos se administran cada año en unas 25 millones de vacas que reciben IATF (Menchaca, 2021) lo que genera un gran impacto en la mejora de la ganadería regional. La UE no permite el uso de estos fármacos en sus países y ejerce presión sobre aquellos países que abastecen este mercado de alimentos derivados de animales para que también restrinjan su uso. Como consecuencia, en diciembre de 2020 Uruguay suspendió la importación, elaboración para uso interno, comercialización y tenencia de productos que contengan 17  $\beta$ -estradiol y sus derivados tipo ésteres (Resolución DGSG N 269/020 y N 263/021). Esta medida había sido aplicada en los países de la UE en 2008 (Directiva 2003/74/CE; Directiva 2008/97/CE; Directiva 81/602/CEE) y como consecuencia también en Nueva Zelanda el mismo año (Menchaca, 2021). Luego de Uruguay, Paraguay ha tomado medidas restrictivas en 2020 (SENACSA N° 635/2020) y recientemente Argentina también ha sufrido restricciones importantes (SENASA-Disposición 54/2022). Frente a la necesidad de generar alternativas al uso de estradiol para los programas de IATF, antes que estos fármacos fueran prohibidos en Uruguay se inició una serie de experimentos en vacas y vaquillonas de carne donde se evaluaron diferentes alternativas tanto al benzoato de estradiol (BE) administrado al iniciar el protocolo para inducir el

recambio folicular, como al cipionato de estradiol (CPE) administrado al finalizar el protocolo para inducir la ovulación en la IATF.

En este trabajo se presentan los principales resultados obtenidos en esta serie de experimentos. En dichos estudios se proponen diferentes protocolos con el objetivo de evitar el uso de estradiol, alcanzar tasas de preñez similares a las obtenidas con los protocolos en base de estradiol, y mantener una técnica simple y fácil de aplicar en el campo que no requiera traer las vacas más de tres veces a las instalaciones. Se resumen entonces los resultados que hemos obtenido en nuestro equipo, que junto con otros estudios que se han comenzado a realizar en Brasil, Argentina y Uruguay pueden contribuir a la búsqueda de una solución frente a la reciente prohibición del uso de las sales de estradiol en la reproducción bovina.

## Protocolos en base a estradiol

Los protocolos farmacológicos en base a estradiol y progesterona que controlan el desarrollo folicular y la ovulación para realizar la inseminación sin detectar celo están ampliamente validados y han sido utilizados por más de 20 años en diferentes condiciones en todos los países de Latinoamérica (Bó, 2020). Esta tecnología ha mostrado una creciente tasa de adopción por veterinarios y productores, representando una gran herramienta para incrementar los índices reproductivos en la ganadería bovina e introducir genética superior a través de la inseminación artificial de manera masiva como nunca antes había sido posible. Cada año se inseminan entre el 15 y 20% de las vacas en los países del Mercosur (Menchaca,

ca, 2021), lo que representa unos 25 millones de animales beneficiando de manera significativa a la ganadería de la región.

Los protocolos con estradiol y progesterona consisten en la inserción por 7 a 8 días de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona, junto con la administración i.m. de 2 mg de BE al colocar el dispositivo. Este tratamiento con ambos fármacos combinados inhibe la liberación de LH y FSH, induciendo la atresia del folículo dominante y sincronizando la emergencia de una nueva onda folicular 3 o 4 días más tarde (Bó et al., 1995). En el momento de retirar el dispositivo de progesterona se administra una dosis de prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) para asegurar la luteólisis, asociado a una dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) que favorece la ovulación e incrementa la tasa de preñez principalmente en vacas en anestro (Núñez-Olivera et al., 2014). Al finalizar el tratamiento, este protocolo requiere la administración de un inductor de la ovulación que asegure que el folículo preovulatorio alcance la ovulación de manera muy sincronizada en la mayoría de las vacas para realizar la IATF todo el rodeo en un solo día de inseminación. Como inductor de la ovulación durante varios años se utilizó 1 mg de BE administrado 24 h después del retiro del dispositivo (Bó et al., 2002; Martínez et al., 2002). Posteriormente este tratamiento con BE fue reemplazado por otro ester de estradiol, el CPE que administrado al momento del retiro del dispositivo permite sincronizar la ovulación y simplificar el protocolo ya que el número de veces que las vacas se traen a las instalaciones se redujo de 4 a 3 encierros, sin afectar la tasa de preñez (Colazo et al., 2003; Bó et al., 2013). Estos tratamientos en general logran un 50 a 60% de preñez en promedio con resultados consistentes en diferentes condiciones de trabajo (Menchaca et al., 2013; Baruselli et al., 2014; Bó et al., 2018).

Una reciente modificación realizada a estos protocolos de IATF ha sido la prolongación del proestro. Esto estuvo basado en varios trabajos publicados en la década de los 2000s que demostraron que el periodo desde el retiro

del dispositivo intravaginal a la administración del inductor de la ovulación o la inseminación (intervalo denominado como proestro), afecta la tasa de preñez (Bridges et al., 2010). Estos y otros autores, incluido nuestro laboratorio, demostraron que se obtenían mejores resultados con los protocolos de IATF cuando este periodo se prolongaba por algunas horas más. Por este motivo, en los protocolos en base a estradiol se sustituyó la administración de CPE al momento de retirar el dispositivo (con IATF a las 48-56 horas), por una dosis de GnRH administrada a las 60-72 h luego del retiro del dispositivo (atrasando también la IATF a ese momento). En varios estudios realizados en nuestra región, cuando se introdujo este cambio prolongando el proestro, la tasa de preñez en vaquillonas mejoró significativamente en unos 5 a 10 puntos porcentuales (de la Mata et al., 2018; Núñez-Olivera et al., 2022). En todos los países de Latinoamérica donde las sales de estradiol están disponibles, estos protocolos de proestro prolongado como el J-synch son los más utilizados en vaquillonas, mientras que en vacas en anestro aún se mantienen los protocolos convencionales que llevan CPE al momento del retiro del dispositivo.

### Protocolos sin estradiol

En aquellos países donde se ha desarrollado la tecnología de la IATF y las sales de estradiol no estaban disponibles, los protocolos han utilizado otras alternativas. El protocolo más emblemático es el Ov-synch por ser el primer tratamiento para IATF desarrollado en EEUU únicamente con el uso de GnRH y PGF<sub>2α</sub> (Pursley et al., 1995). Consiste en la administración de una dosis de GnRH para inducir el pico de LH, generando la ovulación del folículo dominante y emergencia de una nueva onda folicular que ocurre 1 a 2 días más tarde. Luego de 7 días de iniciado el protocolo se administra una dosis de PGF<sub>2α</sub> para inducir la regresión luteal, 48 h más se administra una dosis de GnRH y la inseminación se realiza a las 12-16 después de la GnRH (Pursley et al., 1995). Este protocolo aplicado en vacas en anestro nunca fue tan eficaz como los protocolos con

estradiol y progesterona, siendo luego mejorado con el agregado de progesterona exógena (Lambert *et al.*, 2001; Stevenson *et al.*, 2003). La adición del dispositivo con progesterona también permitió una mejor sincronización de la emergencia de la onda folicular y una mejor calidad del ovocito (Consentini *et al.*, 2020). Entre otros ajustes que se fueron proponiendo para este protocolo, uno de ellos fue simplificar el protocolo de 4 a 3 manejos de las vacas, administrando la GnRH y realizando la IATF en el mismo momento. Luego de esta modificación desarrollada en la Universidad del Estado de Colorado, el protocolo pasó a llamarse Co-synch de 7 días (Geary y Whittier, 1998), y probablemente fue el protocolo más utilizado en EEUU durante varios años.

Posteriormente, por las razones indicadas en la sección anterior, en la Universidad del Estado de Ohio se propuso prolongar el proestro en este protocolo acortando el tratamiento con progesterona de 7 a 5 días y alargando el intervalo desde el retiro hasta la GnRH/IATF de 56 h o 72 h (Bridges *et al.*, 2008; 2014; Whittier *et al.*, 2013; Day, 2015). Estos estudios con este nuevo protocolo conocido como Co-synch de 5 días demostraron que los resultados de preñez son superiores a los obtenidos con el protocolo Co-synch de 7 días. Al reducir el tiempo de tratamiento con el dispositivo de progesterona, se evita el efecto negativo del folículo persistente en aquellas vacas que no logran ovular luego de la primera GnRH (Day, 2015). Además, la prolongación del proestro permite mayores niveles de estradiol circulante previos a la ovulación y mayores concentraciones de progesterona en la fase luteal siguiente (Bridges *et al.*, 2014), mejorando el ambiente uterino y el desarrollo embrionario (Bridges *et al.*, 2008; Bridges *et al.*, 2012). El protocolo Co-synch de 5 días ha sido evaluado por nuestro grupo para ser utilizado en Uruguay y países de la región como alternativa a los protocolos con estradiol. Sin embargo, estos protocolos tienen varias dificultades que también deben ser consideradas y se resumen a continuación.

GnRH para inducir la emergencia de la onda

folicular

La eficacia de la GnRH para inducir el recambio folicular y la emergencia de una nueva onda requiere la ovulación del folículo dominante que está presente al inicio del tratamiento. Con los protocolos a base de GnRH, solamente el 26%-56% de las vaquillonas (Martinez *et al.*, 1999; Lima *et al.*, 2011; Colazo y Ambrose, 2011) y el 60% de las vacas de carne (Small *et al.*, 2009) ovulan luego de la primera dosis de GnRH, y por lo tanto la eficacia de la GnRH para inducir la emergencia de una nueva onda es baja. Cuando esta primera GnRH no logra inducir la emergencia de una nueva onda, se favorece la formación de un folículo persistente que tiene algunas desventajas: a) el celo se adelanta y la ovulación muchas veces ocurre antes de la IATF disminuyendo la tasa de preñez (Martinez *et al.*, 2002), y b) el ovocito reinicia la meiosis antes de la ovulación y la fertilidad se ve disminuida (Mihmet *et al.*, 1994; Ahmad *et al.*, 1995). Considerando la baja tasa ovulatoria que se produce en vaquillonas luego de la primera dosis de GnRH, algunos autores han cuestionado si realmente es necesario administrarla (Kasimanickam *et al.*, 2014). Algunos trabajos indican que en vaquillonas no hay diferencia en la tasa de preñez lograda en los animales que reciben o no una dosis de GnRH al inicio del protocolo de sincronización (Colazo y Ambrose, 2011; Cruppe *et al.*, 2014). Sin embargo, hay evidencia que muestra que la tasa de preñez es mayor en aquellas hembras que ovulan luego de recibir GnRH que en las que no ovulan o no son tratadas con GnRH (Colazo y Ambrose, 2011; Abreu *et al.*, 2018). Por lo tanto, en vaquillonas falta determinar con mayor precisión si realmente es necesario administrar una dosis de GnRH al inicio del Co-synch de 5 días.

### Doble dosis de PGF2a

Una de las condiciones esenciales para obtener óptimos resultados de preñez en los protocolos de IATF es inducir una luteólisis completa al retirar el dispositivo con progesterona. Se ha demostrado que en los protocolos de



proestro prolongado una sola dosis de PGF2 $\alpha$  no es suficiente para inducir la luteólisis en vacas de carne, esto es debido al menor intervalo de tiempo (solo 5 días) entre la primera GnRH y la inducción de la luteólisis (Souza *et al.*, 2009). Para evitar que el CL recién formado sea refractario a la PGF2 $\alpha$  administrada al retiro del dispositivo, en el protocolo Co-synch de 5 días se propuso administrar una segunda dosis de PGF2 $\alpha$  (Bridges *et al.*, 2008; Kasimanickamet *et al.*, 2009; Whittieret *et al.*, 2013). Se han realizado varios trabajos para establecer la conveniencia de esta segunda dosis de PGF2 $\alpha$ , y la recomendación más frecuente en EEUU es que la segunda dosis debe administrarse con un intervalo de 6-12 h luego de la primera dosis (Bóet *a.*, 2018). Por otro lado, Bridges *et al.* (2012) sobre 2.465 vacas de carne en posparto evaluaron si es necesario administrar dos dosis de PGF2 $\alpha$  en un protocolo Co-synch de 5 días, y reportaron que las tasas de preñez fueron superiores cuando se administraron dos dosis de PGF2 $\alpha$  con un intervalo de 12 h (55%) que cuando se administró una sola dosis (48%) ( $P < 0,05$ ). Estos resultados no difirieron significativamente al compararlos con los resultados obtenidos luego de que las dos dosis de PGF fueron administradas juntas en el momento del retiro del dispositivo, 51% ( $P > 0,1$ ). La recomendación que se hace en EEUU tanto para vaquillonas como para vacas sigue siendo administrar dos dosis de PGF2 $\alpha$  con un intervalo de 6-12 h. Sin embargo esta información aún requiere más estudios para alcanzar un conclusión más clara.

### Resultados en Uruguay con protocolos sin estradiol

#### Vaquillonas

En los últimos años el protocolo J-synchen base a estradiol y progesterona se ha transformado en uno de los protocolos de IATF más utilizado en vaquillonas (de la Mata *et al.*, 2018), y todo nuevo protocolo propuesto debe ser comparado con las estrategias más difundidas en los países de la región. Para evitar el uso de estradiol que requiere este protocolo uti-

lizado en vaquillonas, hemos evaluado diferentes alternativas que permitan obtener resultados similares en la tasa de preñez y mantener a la vez una técnica simple y de fácil aplicación en el campo. En estos estudios hemos mantenido el concepto del proestro prolongado, dado que los resultados con los protocolos tanto en base a estradiol desarrollados en la región así como en base a GnRH desarrollado en EEUU, muestran la ventaja de mantener un proestro prolongado. Evaluamos entonces el uso de GnRH al inicio del protocolo ya que como fue indicado induce la ovulación y el recambio folicular en cierta proporción de las hembras. También evaluamos el uso de progesterona inyectable al momento de colocar el dispositivo intravaginal, dado que esta hormona inhibe la pulsatilidad de LH quitando dicho soporte al folículo dominante, y al inducir altas concentraciones de progesterona (dispositivo + CL + P4 inyectable) podría favorecer el recambio folicular y la emergencia de una nueva onda (Menchaca *et al.*, 2021). Un primer experimento se realizó sobre 1.947 vaquillonas Angus, en seis réplicas, 1.463 de 14 meses con  $5,1 \pm 0,5$  de condición corporal (CC, escala 1 a 8) y 59% con CL determinado por ecografía, y 484 de 2 años con  $4,9 \pm 0,3$  de CC y 56% con CL al iniciar los protocolos. Las vaquillonas fueron divididas en cuatro grupos experimentales para recibir a) un protocolo J-synch ( $n=490$ ) con una dosis im de BE (2 mg, Gonadiol, Zoetis, Argentina) al momento de colocar un dispositivo intravaginal con 0,5 g de progesterona (DIB 0.5, Zoetis) que se mantuvo durante 6 días; b) un protocolo con una dosis im de GnRH (100  $\mu$ g acetato de gonadorelina, GonasynGDR, Zoetis) al colocar el dispositivo intravaginal ( $n=481$ ) que se colocó un día más tarde que en los otros grupos y se mantuvo durante 5 días; c) un protocolo con progesterona inyectable ( $n=487$ ) que recibió una dosis im de esta hormona en solución oleosa (100 mg, Syntex, Argentina) al momento de colocar el dispositivo con progesterona que se mantuvo por 6 días; d) un protocolo sin la administración de ningún fármaco para sincronizar la emergencia de la onda folicular al momento de colocar el dispositivo intravaginal que se mantuvo durante 6 días, actuando como grupo

control (n=489). Los dispositivos se retiraron en un mismo día a todas las vaquillonas a última hora de la tarde, momento en que se administró una dosis im de eCG (200 UI, Novormon, Zoetis) y PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Ciclase DL, Zoetis) así como se aplicó pintura en la base de la cola para determinar en el día de la IATF que vaquillonas habían manifestado celo. La IATF se realizó tres días más tarde entre las 64 y 72 h luego de retirar el dispositivo, manteniendo siempre los animales todos juntos en un mismo lote. El día de la IATF, a primera hora de la mañana se evaluó el estado de la pintura y aquellas vaquillonas que habían manifestado celo recibieron la IATF en ese momento (64 h del retiro del dispositivo), mientras que las que no habían manifestado celo se administró una dosis de GnRH en la mañana y la IATF se realizó en la tarde (72 h del retiro del dispositivo). La ecografía se realizó 30 a 35 días después de la IATF. La tasa de preñez fue similar entre el protocolo J-synch y el protocolo con GnRH de 5 días (57%, 281/490 y 55%, 263/481, respectivamente; P=NS), y significativamente menor (P< 0,05) en las vaquillonas que recibieron el protocolo con progesterona inyectable y en las que no recibieron ningún tratamiento al colocar el dispositivo (44%, 216/487; y 44%, 214/489, respectivamente). Estas diferencias se mantuvieron similares y sin interacción (P=NS) entre las vaquillonas de 14 meses y en las de 2 años.

Teniendo en cuenta estos resultados sugerimos que el tratamiento de 5 días con progesterona iniciado con GnRH al colocar el dispositivo es un tratamiento apropiado para realizar IATF en vaquillonas sin utilizar estradiol. Este protocolo lo hemos denominado Split-synch de 5d ya que el día de la IATF los animales se dividen considerando el estado de la pintura/parche, las que manifestaron celo se inseminan sin GnRH, y las que no presentan celo reciben GnRH y se inseminan más tarde. Por este motivo el protocolo es bastante diferente a un Co-synch de 5 días como el propuesto en EEUU, ya que ninguna vaca recibe GnRH al momento de la IATF como se realiza en el protocolo Co-synch.

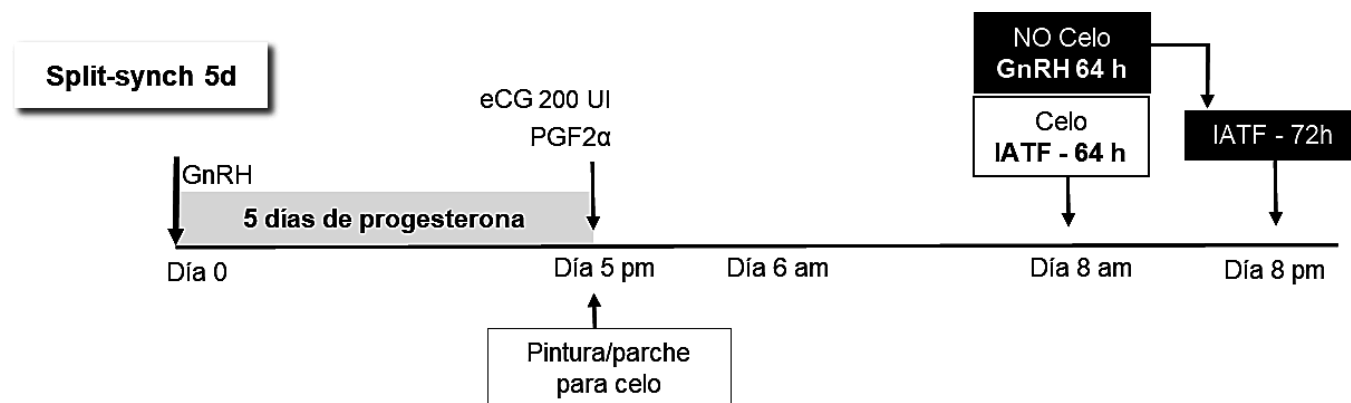
Luego de estos resultados evaluamos diferentes alternativas para mejorar este protocolo Split-synch 5d intentando mejorar la sincronización de onda folicular al inicio del tratamiento, y la luteólisis al final del tratamiento durante el retiro de los dispositivos. El primer objetivo fue determinar el efecto de la dosis de GnRH en el inicio del protocolo Split-synch 5d, sobre la tasa de preñez en vaquillonas. Se realizó un experimento sobre 1.698 vaquillonas Angus, 1.205 tenían 13-14 meses de edad y 4,5 $\pm$ 0,01 de CC y las restantes 493 de 2 años y 5,2 $\pm$ 0,01 de CC. Un 46,7% de las vaquillonas de 13-14 meses y el 71,2% de las vaquillonas de 2 años presentaban CL al momento del inicio de la sincronización estral. El día del inicio del protocolo todos los animales recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB 0.5, Zoetis) y fueron divididos en tres grupos experimentales, para recibir: una dosis im de GnRH (8,4  $\mu$ g acetato de buserelina, Pluserelina, Calier) al colocar el dispositivo con progesterona (n=565); doble dosis de GnRH (16,8  $\mu$ g acetato de buserelina, Calier) al colocar el dispositivo (n=574); y otro grupo no recibió GnRH actuando como control (n=557). Cinco días después, en la tarde, se retiraron los dispositivos y se administró 200 UI de eCG (200 UI, Zoetis), una dosis luteolítica de PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis). En este momento se aplicó pintura en la base de la cola para determinar en el día de la IATF que vaquillonas habían manifestado celo. En el día 6, a primera hora de la mañana todas las vaquillonas recibieron una segunda dosis luteolítica de PGF2 $\alpha$ . El manejo de la inseminación se realizó de la misma manera que en el experimento anterior. La ecografía se realizó entre 30 a 35 días después de la IATF. La tasa de preñez fue similar entre las vaquillonas que recibieron GnRH al inicio del tratamiento en una dosis simple o doble (63,5% 359/565 y 64,6%, 371/574, respectivamente; P= NS), mientras que fue significativamente más baja en el grupo que no recibió GnRH (52,4%, 292/557: P< 0,05). Concluimos que en este nuevo protocolo es necesario administrar GnRH al inicio del tratamiento, y no hay diferencia en la tasa de preñez si administramos una dosis simple o doble de buserelina.

Entre otros aspectos que aún no están bien establecidos con estos protocolos cortos es necesario determinar si el CL recién formado por la administración de GnRH es sensible a la PGF2 $\alpha$ . Con el objetivo de evaluar la necesidad de aplicar o no una doble PGF2 $\alpha$  en el momento de retirar los dispositivos, realizamos un experimento sobre 2.132 vaquillonas en 7 réplicas. Al inicio de experimento las hembras tenían en promedio 5,0 $\pm$ 0,01 de CC y 46% tenían CL determinado por ecografía, y todas fueron sincronizadas con un protocolo Split-synch 5d. Al colocar el dispositivo con 0,5 g de progesterona, en 4 réplicas y 1.249 vaquillonas se utilizó acetato de buserelina como análogo de GnRH (8,4  $\mu$ g, acetato de buserelina Zoovet, Zoovet) y D+cloprostenol como análogo de PGF2 $\alpha$  0,150mg (D+cloprostenol, Ciclar, Zoovet), y en 3 réplicas y 883 se utilizó acetato de gonadorelina como análogo de GnRH (100  $\mu$ g acetato de gonadorelina, Zoetis) y cloprostenol sódico como PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis). El retiro de los dispositivos se realizó el día 5 a la tarde y todos los animales recibieron una dosis im de eCG (200 UI). En este momento se dividieron en tres grupos experimentales para recibir a) una dosis simple de PGF2 $\alpha$  al retiro del dispositivo (n= 711); b) una dosis doble de PGF2 $\alpha$  al retiro del dispositivo (n= 703); y c) una dosis al retiro y una segunda dosis 16 horas más tarde en la mañana siguiente (n= 718). Junto con el retiro del dispositivo también se aplicó pintura

en la base de la cola para determinar en el día de la IATF que vaquillonas habían manifestado celo, manteniendo siempre los animales todos juntos en un mismo lote. El manejo de la inseminación se realizó de la misma manera que se indicó en los experimentos anteriores con el protocolo Split-synch, dividiendo las vaquillonas para inseminarlas en función del estado de la pintura y administrando GnRH solo a las que no manifestaron celo. Cuando evaluamos la tasa de preñez a los 30-35 días después de la IATF, no se encontró diferencia significativa en los tres grupos experimentales (P=NS) tanto en aquellos lotes que se utilizó buserelina D+cloprostenol, como en los que se utilizó gonadorelina y cloprostenol sódico, y por este motivo los resultados se muestran en conjunto. La tasa de preñez fue 49,4% (351/711) para las vaquillonas tratadas con dosis simple de PGF2 $\alpha$ , 52,5% (369/703) para la dosis doble al retiro, y 49,6% (356/718) para la dosis al retiro y 16 h más tarde (P=NS).

Con esta serie de experimentos que se realizaron sobre 5.777 vaquillonas, podemos concluir que: a) el protocolo Split-synch d5 parece ser la mejor opción para sustituir al protocolo J-synch en esta categoría, b) en el inicio del tratamiento es necesaria la administración de GnRH sin necesidad de aumentar la dosis, y c) administrar una dosis doble de PGF2 $\alpha$  al retirar el dispositivo o una segunda dosis separada

Figura 1. Representación esquemática del Protocolo Split-synch 5d en vaquillonas (Menchaca, 2021). El día 0 las vaquillonas reciben una dosis de GnRH, junto con la inserción de un dispositivo de progesterona que permanece durante cinco días. En la tarde del día 5 se retiran los dispositivos y se administra una dosis luteolítica de PGF2 $\alpha$ , 200 UI de eCG y se aplica pintura o parche para el día de la inseminación. Se identifican aquellas vaquillonas que manifestaron celo. El día 8 a primera hora de la mañana se evalúa el estado de la pintura y aquellas vaquillonas que han manifestado celo reciben IATF en ese momento (64 h del retiro del dispositivo), mientras que las que aún no han manifestado celo se administra una dosis de GnRH en la mañana y la IATF se realiza en la tarde (72 h del retiro del dispositivo).



algunas horas no incrementa la tasa de preñez en vaquillonas. En la Figura 1 se muestra el protocolo Split-synch 5d que recomendamos para vaquillonas.

### Vacas con destete precoz

En vacas con destete precoz, al igual que en vaquillonas y a diferencia de las vacas con cría al pie, el protocolo de rutina que utilizábamos desde hace varios años era el protocolo J-synch, con resultados muy consistentes que han sido presentados en varias oportunidades (Menchaca *et al.*, 2017; 2019). Frente a la restricción del uso de estradiol en protocolos para vacas con destete precoz, hemos evaluado diferentes fármacos para el inicio del tratamiento comparando BE, GnRH, progesterona o no administrando ningún fármaco para sincronizar la emergencia de la onda folicular.

En un primer experimento se trabajó sobre 1.474 vacas Angus con 60 a 80 días posparto, 12,5% con CL,  $3,7 \pm 0,5$  de CC, en las que se había aplicado un destete precoz en la semana previa al inicio de los protocolos. Al día 0 todas las vacas recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona y se asignaron a cuatro grupos experimentales. Al momento de colocar el dispositivo las vacas del protocolo J-synch (n= 365) recibieron una dosis im de BE (2 mg, Zoetis), las del protocolo Split-synch de 6 días (n= 379) recibieron GnRH (100 µg acetato de gonadorelina, Zoetis), las del protocolo P4-synch (n= 365) recibieron una dosis de 100 mg de progesterona inyectable (Syntex), y las del grupo Control (n= 365) no recibieron ningún fármaco para sincronizar la emergencia de la onda folicular. En todas las vacas el dispositivo con progesterona se retiró el día 6 a última hora de la tarde y se administró una dosis im de eCG (400 UI, Zoetis) y PGF $2\alpha$  (500 µg de cloprostenol sódico, Zoetis), así como se aplicó pintura para determinar el celo. A diferencia del Split-synch descrito para las vaquillonas anteriormente donde el dispositivo intravaginal lo utilizamos por 5 días, en este caso en las vacas se mantuvo un día más con la hipótesis que el CL al día 6 no requeriría la se-

gunda dosis de PGF $\alpha$  que se recomienda en vacas para los protocolos cortos con GnRH, y se mantendría así un protocolo simple y fácil de aplicar en el campo. La IATF se realizó en todos los grupos de la misma manera que en los experimentos anteriores dividiendo el momento de inseminación. Al día 9 a primera hora de la mañana se evaluó el estado de la pintura y aquellas vacas que habían manifestado celo recibieron la IATF en ese momento (64 h del retiro del dispositivo), mientras que las que aún no habían manifestado celo se administró una dosis de GnRH en la mañana (64 h) y se inseminaron en la tarde (72 h del retiro del dispositivo). La ecografía se realizó 30 a 35 días después de la IATF. La mayor tasa de preñez se obtuvo con el protocolo J-synch que es el único que lleva estradiol (69%, 252/365;  $P < 0,05$ ), sin diferencias significativas para los protocolos Split-synch de 6 días y P4-synch (62%, 233/379 y 55%, 200/365, respectivamente;  $P = NS$ ), y con la menor tasa de preñez para el protocolo Control que no recibió ningún fármaco para sincronizar la emergencia de la onda folicular (48%, 175/365,  $P < 0,05$ ).

Considerando en el experimento previo ninguno de los protocolos sin estradiol alcanzó resultados similares al J-synch, en el siguiente experimento evaluamos otras alternativas a este protocolo. Se realizaron 7 réplicas sobre un total de 1.364 vacas con 60 a 80 días posparto, 8% con CL,  $3,1 \pm 0,4$  de CC, y que recibieron destete precoz en la semana previa al inicio de los protocolos. Los animales fueron asignados a tres grupos experimentales: uno recibió el protocolo J-synch (n=282); otro grupo recibió el protocolo Split-synch 5d con una dosis de GnRH (100 µg acetato de gonadorelina, Zoetis) al colocar un dispositivo que a diferencia del experimento anterior se mantuvo durante 5 días (n=283); y un tercer grupo recibió un protocolo P4-synch con una dosis im de progesterona inyectable (Syntex) al momento de colocar el dispositivo intravaginal que permaneció por 6 días. En cinco réplicas la dosis de progesterona inyectable fue 100mg y en dos réplicas fue 50 mg, y los resultados se analizaron separados para aquellas réplicas



con 100 o con 50 mg. En el momento de retirar los dispositivos todas las vacas recibieron 400 UI de eCG y una dosis de PGF2 $\alpha$ , y aquellas del protocolo Split-synch 5d recibieron una dosis adicional de PGF2 $\alpha$ , 8 h antes del retiro. En todas las vacas se aplicó pintura en la base de la cola al retiro del dispositivo para determinar al momento de la IATF si habían manifestado celo. Para cada réplica las vacas se mantuvieron pastoreando todas juntas en un mismo lote y el retiro del dispositivo y la IATF se realizó en el mismo momento para todas las vacas. La IATF se realizó al día 9 en la mañana y en la tarde de la misma manera que se indicó en los experimentos anteriores dividiendo el momento de inseminación según el estado de la pintura. En aquellas réplicas que se utilizó 100 mg de progesterona, la tasa de preñez fue similar entre los protocolos J-synch y Split-synch 5d (70%, 197/282 vs. 71%, 202/283, respectivamente; P=NS), y fue menor en el protocolo con progesterona (58%, 162/279; P <0,05). En las réplicas que se utilizó 50 mg de progesterona, la tasa de preñez también fue similar entre los protocolos J-synch y Split-synch 5d (68%, 119/174 vs. 68%, 116/170, respectivamente; P=NS), y fue menor en el protocolo con progesterona (39%, 69/176; P <0,05). Los resultados de estos experimentos indican que Split-synch 5d es un protocolo recomendable para hacer IATF en vacas de destete precoz sin necesidad de usar estradiol.

### Vacas con ternero al pie

En vacas con cría al pie el tratamiento de IATF más usado en aquellos países donde las sales de estradiol están disponibles es el protocolo convencional (Bóet *et al.*, 2020). Este protocolo lleva BE al colocar el dispositivo para sincronizar la emergencia de la onda folicular, y CPE en el retiro del dispositivo para inducir la ovulación siendo necesario principalmente en vacas en anestro (Bosolasco, *et al.*, 2021). Por este motivo, al requerir dos dosis en momentos distintos de dos sales de estradiol, esta categoría de vacas es la que se ve más afectada por la prohibición del estradiol. Considerando además que la gran mayoría de las vacas con cría

al pie están en anestro al iniciar un programa de IATF (Menchaca *et al.*, 2013) requiriendo CPE al retirar el dispositivo, y que esta categoría representa el mayor porcentaje de animales que reciben IATF cada año, el desarrollo de un protocolo alternativo resulta de gran importancia.

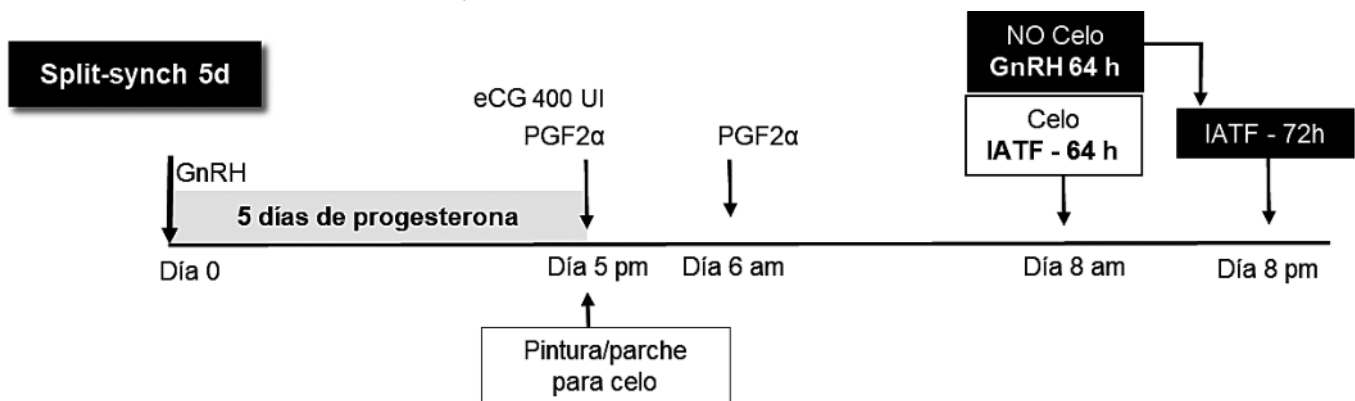
En un primer experimento realizado en vacas con cría evaluamos el uso de progesterona inyectable como alternativa al BE al inicio del protocolo, así como la sustitución del CPE al finalizar el protocolo por GnRH a las 62-64 h más tarde. Se utilizaron 1.011 vacas Angus en tres réplicas que se encontraban con ternero al pie, con 60 a 90 días posparto, 18% con CL determinado por ultrasonografía, y  $4,6 \pm 0,6$  de CC. Todas las vacas recibieron un dispositivo con progesterona (DIB 0.5, Zoetis) al día 0 y se asignaron a cuatro grupos experimentales en un arreglo factorial 2x2 para recibir por vía imBE (2 mg, Zoetis) o progesterona inyectable (100 mg, Syntex) al colocar el dispositivo, y CPE (1 mg, Cipiosyn, Zoetis) al retiro del dispositivo al Día 8 am o GnRH 62h luego del retiro del dispositivo que se realizó al día 7 pm. Al momento del retiro del dispositivo en todos los grupos se administró una dosis im de eCG (400 UI, Zoetis) y PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis), y se aplicó pintura en la base de la cola para determinar el día de la IATF si habían manifestado celo. En cada réplica como en todos los experimentos las vacas de los diferentes grupos experimentales permanecieron pastoreando juntas en un mismo potrero. La IATF se realizó al día 10 y las vacas que recibieron CPE (retiro Día 8 am) fueron inseminadas a partir de las 48 h del retiro del dispositivo, mientras que las vacas sin CPE fueron inseminadas a partir de las 62 h. En los cuatro grupos experimentales aquellas vacas que estaban en celo en la mañana del día 10 fueron inseminadas en la mañana, mientras que las vacas que mantenían la pintura (sin celo) se les administró GnRH (100  $\mu$ g acetato de gonadorelina, Zoetis) y la IATF se realizó en la tarde. Los cuatro grupos experimentales quedaron conformados de la siguiente manera: protocolo convencional BE+CPE (IATF con proestro convencional 48h);

protocolo BE+GnRH (IATF con GnRH y proestro largo 62-72h); protocolo P4+CPE (IATF con proestro convencional 48 h); protocolo P4+GnRH (IATF con GnRH y proestro largo 62-72h) siendo este último grupo experimental libre de estradiol. La mayor tasa de preñez se obtuvo en aquellas vacas que recibieron el protocolo convencional con BE+ECP (63%, 159/254;  $P < 0,05$ ) comparado a los otros tres grupos (47 a 53%), con una diferencia de 10 a 16 puntos a favor del protocolo convencional. Cuando se evaluó el efecto principal en el arreglo factorial 2x2, aquellas vacas que recibieron BE tuvieron una mayor tasa de preñez (58%, 293/506) que las que recibieron progesterona inyectable (49%, 247/505;  $P < 0,05$ ), sin efecto significativo ( $P = NS$ ) entre las que recibieron CPE (55%, 276/501) o no recibieron CPE (52%, 264/510) al retiro del dispositivo. En conclusión, no se encontró en este experimento un protocolo alternativo sin estradiol que sea igual de eficaz que el protocolo convencional con BE y CPE.

Dado que los resultados con protocolos de 7 u 8 días sin BE al inicio del tratamiento no fueron satisfactorios, se realizó un siguiente experimento con el objetivo de comparar la tasa de preñez obtenida con el protocolo convencional con BE+CPE frente a dos protocolos a base de GnRH que prolongan el proestro y acortan la duración del protocolo a 5 o 6 días. Se utilizaron 914 vacas Angus multíparas con cría al pie,

60 a 70 días posparto, 16% con CL y  $3,0 \pm 0,4$  de CC. Las vacas se asignaron a tres grupos experimentales donde en el día 0 en la mañana un grupo recibió BE (2 mg, Zoetis, im) al colocar un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB 0.5, Zoetis) por 7 días (protocolo convencional,  $n=308$ ), en otro grupo se administró una dosis im de GnRH (100  $\mu$ g acetato de gonadorelina, Zoetis) al momento en el que se colocó el dispositivo que se mantuvo por 6 días (Split-synch 6d,  $n=306$ ), y en otro grupo también se administró GnRH pero al día siguiente al momento de colocar el dispositivo que en este caso se mantuvo por 5 días (Split-synch 5d,  $n=300$ ). Los dispositivos se retiraron el mismo día en todas las vacas, en la mañana para el protocolo convencional o en la tarde para los protocolos Split-synch 6d y Split-synch 5d. Al retiro del dispositivo en las vacas que recibieron el protocolo convencional se administró una dosis im de CPE (1 mg, Zoetis), así como una dosis im de eCG (400 UI, Zoetis) y PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis). Las vacas de los protocolos Split-synch 6d y 5d no recibieron CPE y se les administró 400 UI de eCG (Zoetis), recibiendo una única dosis de PGF2 $\alpha$  (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis) al retirar el dispositivo (Split-synch 6d) o dos dosis de PGF2 $\alpha$  separadas por 16 h (500  $\mu$ g cloprostenol, Zoetis) con la primera dosis al retirar el dispositivo (Split-synch 5d). En todas las vacas se aplicó pintura al retirar el dispositivo para determinar al día de la IATF si

Figura 2. Representación esquemática del Protocolo Split-synch 5d para vacas con destete precoz y con cría al pie (Menchaca, 2021). El día 0 las vacas reciben una dosis de GnRH junto con la inserción de un dispositivo de progesterona. En la tarde del día 5 se retiran los dispositivos y se administra una dosis luteolítica de PGF2 $\alpha$ , 400 UI de eCG y se aplica pintura o parche. En la mañana del día 6 (14-16 h del retiro), se administra una segunda dosis de PGF2 $\alpha$ . La IATF se realiza el día 8 entre las 64 y 72 h luego de retirar el dispositivo, a primera hora de la mañana se evalúa el estado de la pintura y aquellas vacas con la pintura borrada o parche activado (en celo) reciben IATF (64 h del retiro del dispositivo), mientras que las que aún no han manifestado celo se administra GnRH en ese momento y la IATF se realiza en la tarde (72 h del retiro del dispositivo).



habían manifestado celo. La IATF se realizó en el mismo día para todos los grupos experimentales, a primera hora de la mañana se evaluó el estado de la pintura y aquellas vacas que habían manifestado celo recibieron la IATF en ese momento (48 h del retiro del dispositivo para el protocolo convencional, y 64 h para los protocolos Split-synch), mientras que las que aún no habían manifestado celo se administró GnRH en ese momento y la IATF se realizó en la tarde (56 h para el protocolo convencional y 72 h para los dos protocolos Split-synch). La tasa de preñez fue similar para el protocolo convencional y Split-synch 5d (65%, 200/308 vs. 67%, 201/300; respectivamente;  $P=NS$ ), mientras que fue menor para el Split-synch 6d (57%, 175/306;  $P < 0,05$ ). Estos resultados indican que el protocolo sin estradiol recomendable para vacas con cría al pie es el Split-synch 5d que permite resultados similares al protocolo convencional con BE y CPE, y que mantener el dispositivo por 6 días en este protocolo Split-synch con una sola dosis de PGF2 $\alpha$  afecta negativamente la tasa de preñez. Los últimos dos experimentos muestran que, como alternativa a los protocolos convencionales con estradiol, sería conveniente utilizar protocolos con GnRH pero con proestro prolongado y que no duren más de 5 días.

### Consideraciones finales

Los resultados obtenidos en esta serie de experimentos indican que el protocolo Split-synch 5d es una buena alternativa para sustituir los protocolos con estradiol utilizados en los programas de IATF, tanto en vaquillonas como en vacas. Al igual que con el protocolo convencional, con este protocolo también es posible inseminar durante todo el día de IATF, permitiendo organizar lotes grandes de animales para trabajar en programas a gran escala.

En vaquillonas, aplicando este protocolo es necesario administrar una dosis de GnRH al inicio del tratamiento para sincronizar la onda folicular y no es necesario administrar dos dosis de PGF2 $\alpha$  al final del tratamiento. En vacas, la tasa de preñez obtenida con el protocolo

Split-synch 5 d también es similar a la obtenida con el protocolo convencional, y hasta que no se demuestre lo contrario aún se requiere administrar dos dosis de PGF2 $\alpha$  al finalizar el protocolo. Aunque estos estudios ya permiten a los veterinarios trabajar con protocolos sin estradiol en vacas de carne, actualmente se siguen realizando nuevos estudios para ajustar estos protocolos a las condiciones de trabajo en Uruguay y países de la región.

### Bibliografía

Abreu, F.M., Coutinho da Silva, M.A., Cruppe, L.H., Mussard, M.L., Bridges, G.A., Harstine, B.R., Smith, G.W., Geary, T.W., Day, M.L. 2018. Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: I. Characteristics of LH secretion and oocyte quality. *Anim. Reprod. Sci.* 196: 59–68.

Ahmad N, Schrick R, Butcher S, Inskeep E. 1995. Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows. *Biol. Reprod.* 52: 1129-1135.

Bó, G.A., Adams, G.P., Pierson, R.A., Mapletoft, R.J., 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* 43: 31–40.

Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R.J. 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer program in cattle. *Theriogenology* 57: 53-72.

Bó, G.A., Baruselli, P.S., Mapletoft, R.J., 2013. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Anim. Reprod.* 10: 137-142.

Bó, G.A., Huguenine, E., De La Mata, J.J., Núñez-Oliviera, R., Baruselli, P.S., Menchaca, A., 2018. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. *Anim. Rep.* vol 15:952-962.

Bó, G.A., 2020. Pursuit of a means of manipulating ovarian function in the cow: an adventure of serendipity, collaboration, and friendship. *Theriogenology* 150: 480-489.

Bosolasco D., Nuñez-Olivera R., de Brun V., Meikle A., Menchaca A. 2021. Estradiol cypionate administered at the end of a progesterone-based protocol for FTAI induces ovulation and improves postovulatory luteal function and uterine environment in anestrous beef cows. *Theriogenology* 162: 74-83.

Bridges, G.A., Helser, L.A., Grum, D.E., Mussard, M.L., Gasser, C.L., Day, M.L. 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF<sub>2</sub> $\alpha$  from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology* 69:843-851.

Bridges, G.A., Ahola, J.K., Brauner, C., Cruppe, L.H., Currin, J.C., Day, M.L. 2012. Determination of the appropriate delivery of prostaglandin F<sub>2</sub>a in the five-day Co-Synch  $\beta$  controlled intravaginal drug release protocol in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 90:4814-4822

Bridges, G.A., Mussard, M.L., Hesler, L.A., Day, M.L. 2014. Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between the 7-day and 5-day Co-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. *Theriogenology* 81:632-638.

Colazo, M.G., Martínez, M.F., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J. 2003. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology* 60:855-865.

Colazo, M.G., Ambrose, D.J. 2011. Neither duration of progesterone insert nor initial GnRH treatment affected pregnancy per timed-insemination in dairy heifers subjected to a Co-synch protocol. *Theriogenology* 76:578-588.

Cruppe, L.H., Day, M.L., Abreu, F.M., Kruse, S., Lake, S.L., Biehl, M.V. 2014. The require-

ment of GnRH at the beginning of the five-day Co-Synch  $\beta$  controlled internal drug release protocol in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 92:4198-4203.

Day, M.L., 2015. State of the art of GnRH - based timed AI in beef cattle. *Anim. Reprod.* 12: 473-478.

de La Mata, J.J., Núñez-Olivera, R., Cuadro, F., Bosolasco, D., de Brun, V., Meikle, A., Bó, G.A., Menchaca, A. 2018. Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol and progesterone-based oestrus Synchronization program on ovarian function, uterine environment, and pregnancy establishment in beef heifers. *Reprod. Fertil. Dev.* 30: 1541-1552.

Directiva 2003/74/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial n° L 262 de 14/10/2003 pp. 17-21.

Directiva 2008/97/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial n° L 318 de 28/11/2008 pp. 09-11.

Directiva 81/602/CEE del Consejo. Diario Oficial n° L 222 de 07/08/1981 pp. 32-33.

Disposición 54/2022. Dirección Nacional de Sanidad Animal. <https://www.argentina.gov.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-54-2022-361367>.

Geary, T.W., Whittier, J.C. 1998, Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or Co-Synch Protocol in Beef Cows. *The Professional Animal Scientist* 4:217-220.

Kasimanickam, R., M. L. Day, J. S. Rudolph, J. B. Hall, and W.D. Whittier. 2009. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. *Theriogenology* 71:762-767

Kasimanickam, R., Firth, P., Schuenemann, G.M., Whitlock, B.K., Gay, J.M., Moore, D.A.



2014. Effect of the first GnRH and two doses of PGF2 $\alpha$  in a 5-day progesterone-based Co-Synch protocol on heifer pregnancy. *Theriogenology* 81:797-804.

Lima, F.S., Ayres, H., Favoreto, M.G., Bisinotto, R.S., Greco, L.F., Ribeiro, E.S. 2011. Effects of gonadotropin releasing hormone at initiation of the 5-d timed artificial insemination (AI) program and timing of induction of ovulation relative to AI on ovarian dynamics and fertility of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94:4997-5004.

Martinez, M.F., Adams, G.P., Bergfelt, D., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J. 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 57:23-33.

Martinez, M.F., Kastelic, J.P., Adams, G.P., Cook, R.B., Olson, W.O., Mapletoft, R.J. 2002. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology* 57: 1049-1059.

Menchaca, A., Núñez-Olivera, R., Wijma, R., García-Pintos, C., Fabini, F., de Castro, T., 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas *Bostaurus*. 10 Simp. Int. Reprod. Anim. - Córdoba, Argentina 103-133.

Menchaca, A., Núñez-Olivera, de Castro, T., García-Pintos, C., Cuadro, F. 2013. Implementación de programas de IATF en rodeos de cría. Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna 229-246.

Menchaca A, Núñez-Olivera R, García-Pintos C, Cuadro F, Bosolasco D, Fabini F, Dutra S, de la Mata J, Bó G. 2017. Efecto de la prolongación del proestro en la fertilidad de los programas de IATF. XII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.

Menchaca A, Núñez-Olivera R, García-Pintos C, Fabini F, de la Mata J, Huguenine E, Bó G. 2019 ¿Es posible mejorar la fertilidad con protocolos de proestro prolongado? XIII Sim-

posio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.

Menchaca A. 2021. ¿El adiós al estradiol? Crónica de una muerte anunciada. Memorias de las 10as Jornadas Taurus de Reproducción Bovina.

Mihm M., Baguisi A., Boland M. P., Roche J.F. 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 102: 123-130.

Núñez-Olivera, R., de Castro, T., García-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J., Menchaca, A., 2014. Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol' based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 146: 111-116.

Núñez-Olivera, R., Bó, G.A., Menchaca, A., 2022. Association between length of proestrus, follicular size, estrus behavior, and pregnancy rate in beef heifers subjected to fixed-time artificial insemination. *Theriogenology* 181: 1-7.

Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. *Theriogenology* 44: 915-923.

Resolución DGSG N 269/020. Dirección General de Servicios Ganaderos <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca>.

Resolución DGSG N 263/021 Dirección General de Servicios Ganaderos <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca>.

Silva, L.O., Motta, J.C.L., Oliva, A.L., Silva, M.A., Silva, T.J.B., Madureira, G., Folchini, N.P., Alves, R.L.O.R., Consentini, C.E.C., Galindez, J.P.A. 2020. Influence of the analogue and dose of GnRH on the LH release and ovulatory response in *Bos indicus* heifers and cows with high circulating progesterone. *Anim. Reprod.* 17: 36.

Souza, H., Viechnieski, S., Lima, F., Silva, F.F., Araújo, R., Bó, G., Wiltbank, M.C., Baruselli, P.S., 2009. Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology* 72: 10-21.

Whittier, W.D., Currin, J.F., Schramm, H., Holland, S., Kasimanickam, R.K. 2013. Fertility in Angus cross beef cows following 5-day Co-Synch + CIDR or 7-day Co-Synch + CIDR estrus synchronization and timed artificial insemination. *Theriogenology*, 80:963-969.

# USO E INTERPRETACIÓN DE CATÁLOGOS DE REPRODUCTORES

*Ana Carolina Espasandin, Andrea Larracharte Cardoso, Rodrigo López-Correa*

Mejoramiento Genético Animal, Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía-Udelar.  
acespasa@fagro.edu.uy

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del mejoramiento genético es la manipulación de las diferencias biológicas observables entre los animales de modo de lograr un beneficio económico para el productor. Esas diferencias pueden tener básicamente dos orígenes, genéticas y no genéticas (ambientales). Paralograr los objetivos de mejora, debe existir variación genética, animales diferentes desde el punto de vista genético en esos caracteres.

El propósito de la selección es elegir los “mejores” animales para el carácter de interés, permitiendo su reproducción y que trasmitan su eventual superioridad a la próxima generación. Para esto tenemos que hacernos una idea del mérito genético de los distintos genotipos para las distintas características.

Es a partir del valor fenotípico de un animal o de sus parientes y de la información genealógica, que intentamos predecir el valor genético (valor de cría) del individuo, neutralizando aquellos efectos ambientales (nutrición, manejo, época del año) que afectan la producción y que no son transmisibles. Una vez realizada la evaluación genética, vamos a tomar la decisión de que animales aparear entre sí. La selección de reproductores superiores en base a su valor genético ha demostrado ser muy efectiva, lográndose progresos significativos en las características evaluadas.

Los catálogos publican la información proveniente de las evaluaciones genéticas de los reproductores. Esta información en nuestro país puede encontrarse para ganado de carne y lechey para ovinos tanto en las páginas web ([www.geneticabovina.com.uy](http://www.geneticabovina.com.uy), [www.geneticalechera.com.uy](http://www.geneticalechera.com.uy) y [www.geneticaovina.com.uy](http://www.geneticaovina.com.uy), respectivamente) como en los catálogos de

venta de las diferentes empresas comercializadoras de material genético. La información publicada en la página web es la transcripción de las evaluaciones genéticas nacionales o internacionales (ej. Evaluación Panamericana en Hereford e Internacional en razas lecheras); en tanto que la publicada por las empresas puede provenir de evaluaciones nacionales o extranjeras en caso de que los animales no cuenten aún con información propia o de sus descendientes en nuestro país.

Como producto de estas evaluaciones son obtenidos los valores genéticos (valor de cría) de diferentes caracteres, así como la confiabilidad con la que éstos fueron predichos, expresados a través de la precisión o exactitud en ganado para carne y por la repetibilidad o reliability (exactitud<sup>2</sup>) en ganado lechero; su interpretación dependerá del origen de la información disponible. En los catálogos se presenta la fracción del valor genético (mitad del valor de cría) que cada reproductor transmite a su descendencia y su precisión, las tendencias genéticas poblacionales, y la tabla de percentiles de la raza.

Para seleccionar animales en base a la información genética es importante conocer el significado de estos valores, así como las consecuencias favorables o desfavorables que estas elecciones traerán sobre el sistema de producción. Ya sea en el asesoramiento a cabañas (dedicadas a vender genética) o a productores comerciales (compradores de genética), la evaluación genética de los reproductores es un insumo para la toma de decisiones.

En función de lo expuesto, este trabajo tiene el objetivo de auxiliar al técnico en la interpretación de la información genética publicada en los catálogos de reproductores con el fin de

elegir los animales más adecuados a cada sistema de producción.

## 2. LAS EVALUACIONES GENÉTICAS

Se entiende por evaluación genética al proceso mediante el cual son obtenidos los valores genético-aditivos de cada animal para caracteres de importancia económica en los diferentes sistemas de producción. Estos programas tienen como objetivo identificar los mejores reproductores para los caracteres de interés.

Los criterios iniciales para decidir cuáles eran los mejores animales, eran criterios de estándares racial, de apreciación visual, o genealógicos. A mitad del siglo XX (1960,1970), comenzaron los registros de características productivas dentro de dentro de los establecimientos. Posteriormente se crearon las centrales de prueba de reproductores, en donde bajo un mismo ambiente son obtenidos los valores de cría de cada animal (Prueba Kiyú para Hereford o en EEMAC para Angus). En los años 90, a iniciativa de Facultad de Agronomía, se introduce el método del Mejor Predictor Lineal Insegado, conocido por sus siglas BLUP (del inglés Best Linear Unbiased Predictor), utilizado por primera vez en la raza Angus en nuestro país.

La particularidad que tienen las evaluaciones genéticas es que permiten evaluar a todos los individuos pertenecientes a la población registrada (machos y hembras; jóvenes y viejos; con y sin registros). Esto representa una diferencia muy importante con los métodos anteriores que trabajaban de manera más parcial y básicamente utilizando información contemporánea.

La información que ingresa a las evaluaciones genéticas corresponde a:

- Los fenotipos de los animales y en lo posible también de sus parientes (información productiva, reproductiva y de salud de las características), es decir, aquello que registramos en el campo;

- Identificación única de cada animal (no puede haber animales repetidos);
- Información genealógica de parientes (es la que nos va a permitir hacer conexiones entre los distintos establecimientos);
- Información ambiental (lotes de manejo, edades, época de nacimiento, grupos contemporáneos, etc.).

La evaluación genética forma parte de un programa integral de mejora genética y tiene que estar combinada con otras actividades. En un programa de mejora es importante definir los objetivos y los criterios de selección (qué vamos a medir y en qué animales). En este esquema, es necesario un buen sistema de registros para responder a la información de los criterios de selección, además de considerar los efectos ambientales y de manejo de forma tal que sean colocados sobre una misma base de comparación (mismo nivel de oportunidad). Procesada esta información se obtienen los valores genéticos de los animales para cada característica en términos de la Diferencia Esperada en la Progenie (DEP) y su correspondiente precisión o exactitud.

## 3. CATÁLOGOS DE REPRODUCTORES

Los catálogos de reproductores son un listado ordenado de animales que describe la información genética relevante de cada reproductor. El tipo de información presente en un catálogo puede variar, pero generalmente incluye:

- a. Nombre e identificación del reproductor
- b. Nombre del criador o propietario
- c. Genealogía
- d. Mérito genético (DEP)
- e. Precisión, exactitud o repetibilidad
- f. Tendencias genéticas
- g. Tabla de percentiles



## 3.1. Diferencia Esperada en la Progenie y su Interpretación

Basado en que cada padre transmitirá a sus descendientes la mitad de su valor genético, el valor publicado es la denominada DEP (de Diferencia Esperada en la Progenie), EPD (en inglés Expected Predicted Difference) o PTA (Predicted Transmitting Ability, usado comúnmente en razas lecheras). Numéricamente es la mitad del valor de cría, y es la herramienta que al momento se está utilizando para comparar u ordenar la superioridad de los animales.

La DEP es una estimación de los desvíos (positivos o negativos) que presentará la progenie de un animal con respecto a un valor base. La base varía según la evaluación genética, pudiendo ser la media de todos los individuos evaluados, o la media de determinada generación de animales, entre otras. Estos desvíos se expresan en las mismas unidades en que se describe cada característica. Los valores de DEP publicados en los catálogos permiten entonces comparar reproductores usados en diferentes años y establecimientos, siempre que pertenezcan a una misma evaluación.

Un valor positivo indica que los hijos de ese reproductor tendrán valores superiores en determinado carácter respecto a la base establecida, mientras que los valores negativos se referirán a lo contrario. En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo de DEP de 3 toros para los pesos al nacer en una raza carnífera

En el ejemplo, el toro A1 es el que presenta mayor DEP para el carácter peso al nacer; esta DEP de +2.5 implica que los hijos de este padre nacerán 2.5 Kg más pesados respecto a la base genética fijada. En el extremo opuesto, el toro C3 será el que producirá los terneros más livianos al nacer en este ejemplo, siendo 0.5 Kg menores respecto a la misma base marcada. Por su parte los hijos del toro B2 tendrán

pesos al nacer similares a la base genética. Es importante tener en cuenta que, para poder comparar DEP de diferentes animales, éstos deben pertenecer a la misma evaluación genética pues la base es la misma y varía entre países, empresas o años.

Ahora bien, ¿cuál toro deberíamos elegir? Eso dependerá de nuestro sistema de producción. Para comenzar, deberíamos saber cómo el sistema de producción para el que queremos seleccionar un reproductor se posiciona respecto a la base genética anteriormente descrita; por otro lado, debemos tener claros los aspectos a mejorar en el sistema.

En relación al peso al nacer, en la mayoría de las razas utilizadas se busca su disminución, pues esto se asocia con mayores facilidades de parto. Resulta claro que deberíamos priorizar padres que generen hijos más livianos al nacer. En este caso, mientras que el toro C3 permitiría disminuir los pesos al nacer, A1 los aumentaría, y B2 los mantendría similares. No obstante, a la hora de elegir reproductores por sus valores genéticos, difícilmente lo hagamos centrados en un solo carácter, habiendo múltiples opciones capaces de auxiliar en diversas situaciones.

### 3.1.1 Predicciones del DEP

La corrección de los efectos ambientales y la predicción de los valores genéticos en simultáneo se logra mediante las metodologías de BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) y BLUP (Best Linear Unbiased Predictor). Para estimar los DEP, estos procedimientos tienen en cuenta las diferentes oportunidades que tuvieron los animales y las relaciones de parentesco entre ellos (genealogía). Un ejemplo es la información utilizada de parientes directos antepasados o descendientes, o colaterales como hermanos enteros, medio hermanos primos, sobrinos o antepasados. En la Figura

Cuadro 1. Ejemplos de DEP para peso al nacer en bovinos de carne

TORO	A1	B2	C3
Peso al Nacer (Kg)	+2.5	0	-0.5

1 se presenta un ejemplo de un esquema genealógico posible de ocurrir en un sistema ganadero.

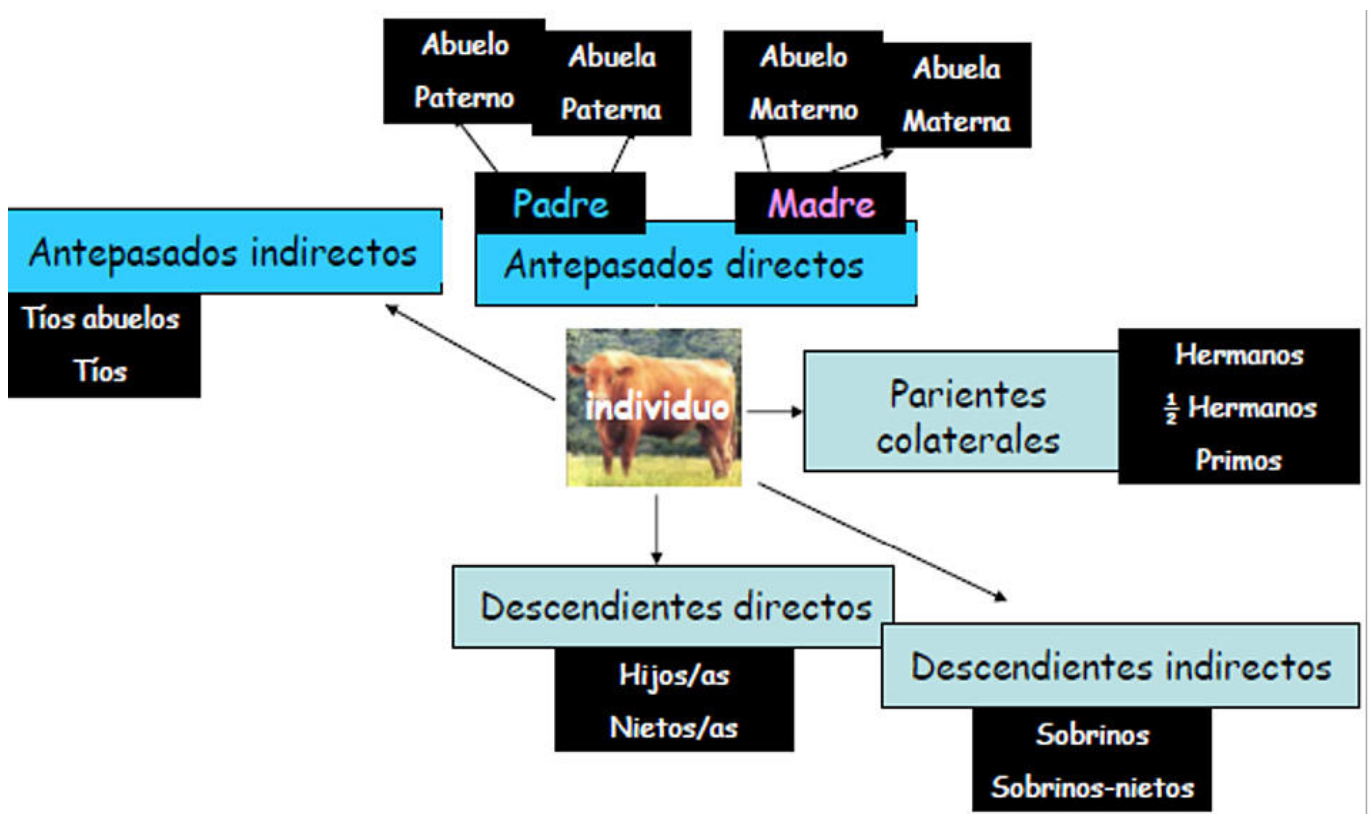
Cada flecha indica la transmisión de  $\frac{1}{2}$  de genes desde el ancestro hacia su descendiente, por lo que en términos generales dos individuos tendrán un parentesco de  $\frac{1}{2}$  elevado al número de conexiones (flechas) entre ambos. Por ej. el parentesco entre un tío y su sobrino (hijo de un medio hermano) será igual a  $(\frac{1}{2})^3$  dado que hay 3 instancias de segregación entre ellos. El parentesco entre ambos es la probabilidad de encontrar el mismo gen proveniente de un mismo ancestro común (en este caso el padre del tío-abuelo del sobrino) en ambos individuos. Para ello debemos entonces multiplicar la probabilidad de que un gen sea transmitido desde el Abuelo hacia ambos hijos (tío y padre en este ejemplo) y que a su vez el padre se lo trasmita a su propio hijo (nieto en este caso). Sabiendo el valor genético de cualquiera de estos individuos, podremos a estimar el de otro mediante la estimación de su parentesco.

En nuestro país las razas carniceras son evaluadas usando datos provenientes de cabanías nacionales (razas Angus, Braford y Limousin) o incluyendo a otros países. Este último caso es el que representa a la raza Hereford, la que desde 2009 forma parte de la evaluación genética Panamericana junto a Argentina, Canadá y Estados Unidos. En la misma se crea una base de datos común a los 4 países y los valores genéticos estimados son válidos para todos los países integrantes de la evaluación.

Es importante aclarar que los valores obtenidos para las evaluaciones nacionales son comparables solamente para toros (nacionales o extranjeros) pertenecientes a esta base de datos.

Por su parte, desde el 2012, la raza Holando de Uruguay participa de la Evaluación Genética Internacional de Interbull junto con países de todos los continentes. A diferencia de la evaluación Panamericana, ésta genera 1 valor de DEP para cada animal en cada país participante debido a la consideración de la interacción

Figura 1. Esquema genealógico de información utilizada en evaluaciones genéticas.



genotipo x ambiente.

## 3.2. Precisión, Exactitud o Repetibilidad

La exactitud o precisión de la evaluación genética nos indica la confianza que podemos depositar en el valor genético predicho y está directamente relacionada a la información que se utilizó para estimarlo (progenie, otros parientes o el propio animal), de la heredabilidad de la característica, y del número de registros utilizados.

El valor de esta estimación puede variar entre 0 y 1. Una exactitud muy baja nos está indicando que el valor de cría fue estimado con muy poca información, pudiendo variar a medida que se agregue información.

En términos prácticos, la exactitud es una medida del riesgo que se asume al tomar decisiones de selección basándose en esa DEP. Entonces, cuando la exactitud es muy baja el riesgo asociado al tomar decisiones es alto. Por el contrario, si la exactitud es alta, el riesgo asociado será menor (Cuadro 2).

Las mismas consideraciones se pueden realizar para la repetibilidad como medida de incertidumbre de los DEP predichos en evaluaciones genéticas para bovinos lecheros.

## 3.3. Tendencias Genéticas

Disponer de información acerca del mérito genético de los animales que componen una raza a lo largo del tiempo es lo que permite estimar los cambios en dirección y magnitud que se producen en una característica. En los catálogos esta información se presenta en gráficos que muestran el DEP anual promedio para las

Cuadro 2. Precisión o exactitud de las estimaciones de DEP

Precisión o exactitud	
Baja	<0,40
Medio baja	0,40 a 0,60
Medio alta	0,60 a 0,80
Alta	>0,80

características evaluadas. La recta describe un promedio de los cambios ocurridos en todas las cabañas en un periodo considerado.

Las tendencias o progresos genéticos logrados en las razas carniceras de nuestro país han evolucionado de acuerdo con los requerimientos de los sistemas. Si bien se han incorporado varias características a las evaluaciones genéticas nacionales, de forma general éstas han sido asociadas al crecimiento de los animales.

Corroborando el éxito de la selección por esta vía, como resultado se lograron avances genéticos importantes en todos los rasgos seleccionados, conforme se presenta en la Figura 5.

Sin embargo, esta selección en favor de los caracteres de crecimiento de los animales tam-

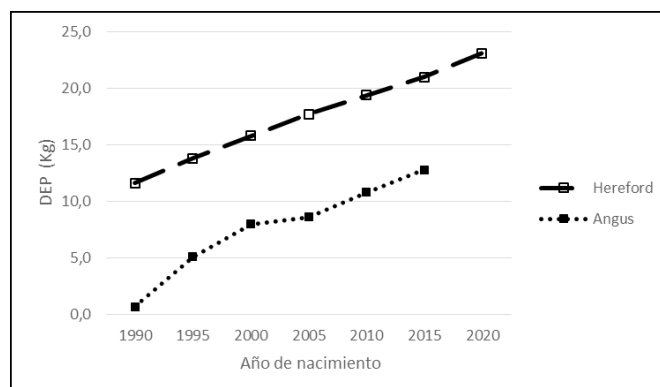


Figura 5. Tendencias genéticas para Pesos al destete Hereford y Angus de Uruguay. Adaptado de [www.geneticabovina.com](http://www.geneticabovina.com)

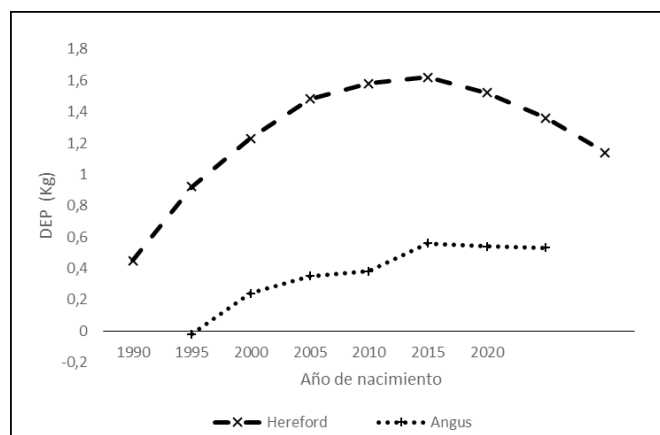


Figura 6. Tendencias genéticas para Pesos al nacimiento en las Poblaciones Hereford y Angus de Uruguay. Adaptado de [www.geneticabovina.com](http://www.geneticabovina.com)

bién repercutió en el peso al nacer de los mismos y por ende en la dificultad de los partos. Como demuestra la Figura 6, esta tendencia fue revertida una vez que la selección se dirigió hacia la búsqueda de terneros más livianos y madres con mayor facilidad de parto.

Por su parte, en busca de mejoras en la eficiencia reproductiva por vía genética, y aunque sin éxito reflejado en la fertilidad de las hembras, la circunferencia escrotal ha logrado avances de 2.7 mm/año en la raza Hereford y de 1.7 mm/año en Angus.

En relación a las características de carcasa, el Área de Ojo de Bife aumentó a tasas de 0.15 y 0.05 cm<sup>2</sup> en Angus y Hereford respectivamente, en tanto las grasas Subcutánea e Intramuscular se mantuvieron prácticamente constantes en Angus y crecieron en Hereford. También, se observan tendencias positivas en relación al Índice de Cría y Completo desarrollados pro la raza Hereford de Uruguay, con incrementos anuales aproximados de 2.4% y 1.5% respectivamente.

### 3.4. Percentiles

Los percentiles representan los valores máximos (valor superior) y mínimos (valor inferior) de DEP para cada característica en la población y valores límites de DEP para cada percentil. Estos límites nos permiten ubicar un determinado animal en el contexto poblacional.

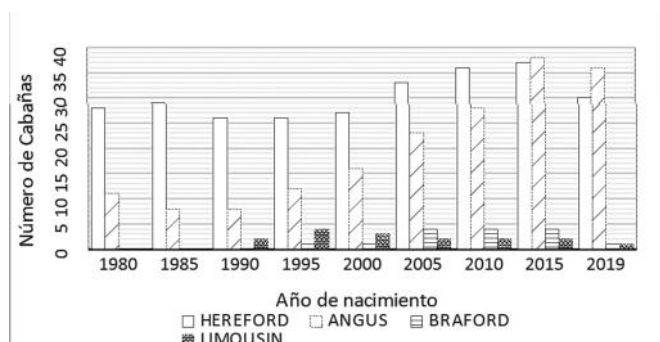


Figura 2. Evolución del número de cabañas participantes de evaluaciones genéticas de las razas Hereford, Aberdeen Angus, Braford y Limousin. Fuente: [www.geneticabovina.com](http://www.geneticabovina.com)

## 4. LOS CARACTERES EVALUADOS Y SU ROL

### Razas carniceras

Las evaluaciones genéticas a nivel nacional para las principales razas de carne, Hereford y Angus tuvieron sus comienzos al final de la década del 80 con trabajos de preparación y levantamiento de registros, siendo publicados los primeros catálogos nacionales de reproductores a comienzos de la década del 90. Desde sus inicios las evaluaciones genéticas fueron realizadas por el Servicio de Evaluación de Reproductores (SER) integrado por la Facultad de Agronomía, la Asociación Rural del Uruguay (ARU) y la Sociedad de Criadores Angus del Uruguay. A partir del Año 2001 INIA se incorpora al SER, participando en el procesamiento y análisis de los datos de la raza (Ravagnolo et al., 2013).

Las primeras evaluaciones nacionales proporcionaron inicialmente DEPs para pesos al destete, 15 y 18 meses, y habilidad lechera. Posteriormente fueron incorporadas en etapas sucesivas peso al nacimiento, circunferencia escrotal, área de ojo de bife y espesor de grasa subcutánea. En la actualidad se llevan además registros de grasa intramuscular a los 18 meses, y registro de condición corporal y peso de las vacas al momento de destetar los terneros (Lema y Ravagnolo, 2008).

En la actualidad, las evaluaciones genéticas a nivel nacional en bovinos de carne son realizadas para las razas Hereford, Aberdeen Angus y Braford, en tanto la raza Limousin se encuentra en etapa de recolección de registros. Los resultados para cada raza y animal se encuentran disponibles en la página [www.geneticabovina.com.uy](http://www.geneticabovina.com.uy) desarrollado por INIA en 2013.

Desde los comienzos de los registros hasta la actualidad ha habido un importante incremento en el número de cabañas participantes en las evaluaciones genéticas, así como en la cantidad de animales con información a evaluar (Figuras 2 y 3, respectivamente), realizan-



do una acumulación importante de datos genealógicos.

Al ser la raza más utilizada, Hereford es la que se encuentra representada con más de 150 cabañas seguido por Angus con alrededor de 100 y en menor escala Braford dada su reciente aparición en las evaluaciones. De la misma forma, el número de animales se hace presente en la misma escala con mayor cantidad en las razas Hereford y Angus.

Hay varias características importantes para los sistemas ganaderos de nuestro país que cuentan con valores genéticos estimados. En el Cuadro 2 se presentan los caracteres evaluados genéticamente (DEP) para las razas Angus, Hereford y Braford.

Existen caracteres que son objetivo de selección, en tanto otros son criterios que utilizamos para alcanzar los objetivos. Se define como objetivo a aquel carácter que mediante su propia selección se logra la mejora genética deseada. Ejemplo de esto lo constituyen el peso al destete, peso adulto o la facilidad de parto al ser medidas las propias variables de interés a mejorar.

Sin embargo, algunas veces es necesario entender caracteres de difícil medición (ej., consumo, eficiencia de conversión), o que llevan mucho tiempo para ser determinados (ej., vida útil, longevidad) o se miden en el otro sexo (ej. producción de leche). En este caso, recurrimos a los criterios de selección, los que consisten

en caracteres que pueden medirse con cierta facilidad y tienen relación genética (correlación) con los objetivos de selección. Su rol en este caso es oficiar de mediadores entre lo que debemos mejorar y lo que podemos medir, siendo llamados como caracteres indicadores.

Hay dos ejemplos muy utilizados por los productores: el Peso al Nacer de los terneros como indicador de la facilidad de parto, y la Circunferencia Escrotal de los toros relacionada con la precocidad de sus hijas y en cierto grado con su fertilidad.

En la raza Hereford, además de evaluarse el peso al nacimiento de los terneros, también se registra la facilidad de parto en las vacas y en los terneros. La facilidad de parto materna representa la facilidad (DEP positivas) o dificultad (DEP negativas) que tendrán las hijas de cada toro evaluado. Por su parte, la facilidad de parto directa se refiere a la conformación que tendrán los hijos de un toro dado, siendo “fáciles” o “difíciles” de nacer.

Los pesos al destete, 15, 18 meses y el peso adulto de las vacas nos indican la habilidad propia del animal para alcanzar a esa edad determinado peso vivo.

El peso a los 18 meses es el más relacionado con el peso adulto, pudiendo seleccionar animales a esta edad sin tener que esperar la madurez del animal.

El Peso al Destete si bien depende de la habilidad del ternero y de la producción de leche de sus madres, esta última característica es separada en la evaluación genética y está representada como la Habilidad Lechera. Un toro con DEP +5 en habilidad lechera significa que generará hijas que en promedio destetarán a sus hijos 5 kg más pesados respecto a la base de referencia.

La reciente inclusión la característica Peso Adulto en la evaluación genética permite hoy al productor controlar este carácter en las vacas de cría, dada su relación con los requerimien-

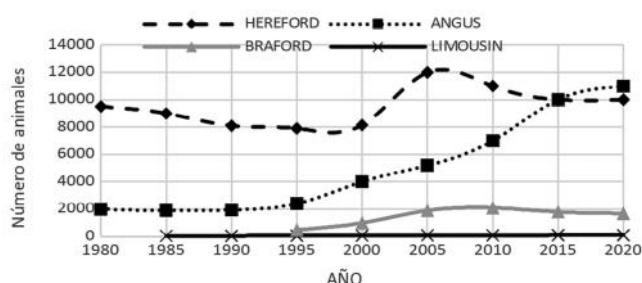


Figura 3. Evolución del número de animales participantes de evaluaciones genéticas de las razas Hereford, Aberdeen Angus, Braford y Limousin en función del año de nacimiento (en base a información de evaluaciones genéticas 2019). Fuente: [www.geneticabovina.com](http://www.geneticabovina.com)

tos de mantenimiento.

Dentro de los caracteres de carcasa tenemos al Área de Ojo de Bife, Espesor de Grasa Subcutánea y el Marbling o grasa intramuscular.

El primero de éstos no es un objetivo de selección sino un carácter indicador de los rendimientos de la carcasa y el peso de los cortes

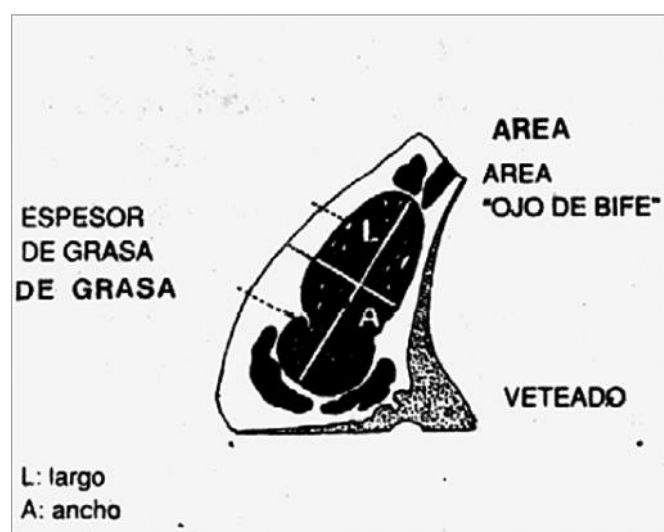


Figura 4. Esquema ilustrativo de medidas en cortes carniceros

más valiosos que tendrá el animal. El Espesor de Grasa Subcutánea y el Marmoreo nos indican la facilidad de los animales para depositar grasa subcutánea o intramuscular, respectivamente.

Por último, los Índices de Cría y Completores desarrollados para la raza Hereford reúnen un conjunto de variables determinadas como económicamente importantes para sistemas criadores y de ciclo completo definidos. En este caso cada toro genera un valor que es el resultado de una ecuación en la que se combinan valores genéticos (DEP) y coeficientes económicos. Los toros que presenten mayores valores en el Índice serán los más apropiados para el sistema de producción definido.

## b.- Razas Lecheras - Evaluaciones genéticas internacionales

Las técnicas reproductivas han permitido la difusión masiva de material genético a nivel mundial y, en consecuencia, el desarrollo de la evaluación genética internacional para ganado lechero, específicamente para toros probados a nivel nacional nacidos luego de 1986 y con

Cuadro 2. Caracteres evaluados genéticamente en las razas Angus, Hereford y Braford en Uruguay

CARACTERES EVALUADOS	Angus	Hereford	Braford
Peso al Nacer	*	*	*
Peso al Destete	*	*	*
Habilidad Lechera	*	*	*
Peso a los 15 meses	*		*
Peso a los 18 meses	*	*	*
Peso Adulto	*	*	
Circunferencia escrotal	*	*	
Área de Ojo de Bife	*	*	
Espesor de Grasa Subcutánea	*	*	
Marmoreo		*	
Facilidad de parto directa	*		
Facilidad e parto materna	*		
Índice de Selección	*		

Fuente: Adaptado de Lema et al., 2013

un mínimo de 10 hijas en 10 o más rodeos (Schaeffer, 1985, 1994).

A partir de la evaluación genética internacional en toros llevada a cabo por Interbull (MACE, del inglés 'Multi-trait Across Country Evaluation'), los países que participan han logrado potenciar sus evaluaciones genéticas domésticas aumentando las exactitudes en las predicciones genómicas, gracias al aumento del tamaño de sus respectivas poblaciones de referencia (Wiggans et al., 2011; Guarini et al., 2019).

Desde el 2012, la raza Holando de Uruguay participa de la Evaluación Genética Internacional de Interbull. Esto permite aumentar la exactitud de las predicciones de DEP, principalmente de toros extranjeros probados en el país, y disponer de toros evaluados mundialmente con su valor de cría traducido a las condiciones uruguayas de producción (Schaeffer, 1994; Vandenplas et al., 2014). La inclusión de la información de toros (con y sin información genómica) proveniente de MACE a la evaluación genética nacional representa un desafío.

En Uruguay, las evaluaciones genéticas de ganado lechero se realizan para la raza Holando (desde 1994) y Jersey (desde 2017), en el marco de un convenio entre las Sociedades de Criadores de cada raza con diversas instituciones (Asociación Rural del Uruguay, Mejoramiento y Control Lechero Uruguayo, el Instituto Nacional de la Leche, la Facultad de Agronomía y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).

En Holando se publican los DEP para caracteres de Tipo (conformación) solamente para toros con Evaluación Genética Nacional. Además, para toros con Evaluación Genética Nacional o Internacional se publican los DEP para caracteres productivos (Leche, Grasa y Proteína), de fertilidad en hembras (Tasa de preñez de hijas a los 21 días post-servicio) y de salud de ubre (Recuento de Células Somáticas). Además, existe un Índice Económico Productivo (IEP) con base 100, que combina en un solo valor numérico la información de los caracteres

evaluados para producción, fertilidad y salud de ubre y a su vez considera la información del sistema nacional de pago por leche en Uruguay. Por tanto, el IEP brinda una referencia rápida sobre la calidad genética y económica de los animales dentro del sistema de producción lechero de Uruguay. El uso de individuos con un IEP superior a 100, se espera que aumenten la rentabilidad productiva del rodeo uruguayo. En Jersey, sólo se publican los DEP de toros con Evaluación Genética Nacional para los mismos caracteres productivos, de fertilidad en hembras y de salud de ubre descriptos para Holando. De manera similar a Holando, para Jersey se definió un IEP exclusivo para la raza Jersey (IEPJ) que facilita la selección de hembras y toros de la raza (Genética lechera, 2022; INIA, 2022).

A nivel mundial, otras poblaciones de Holando, Jersey o de otra raza lechera, también son evaluadas genéticamente por caracteres como longevidad, estado corporal, facilidad de parto, mastitis, aborto en hijas, eficiencia alimenticia, resistencia al estrés térmico, enfermedades metabólicas, entre otras (Aguilar 2018, Interbull, 2022).

## 5. EVALUACIONES GENÓMICAS

Las evaluaciones genéticas tradicionales generan predicciones del mérito genético combinando información fenotípica y genealógica. Sin embargo, la disponibilidad de paneles densos de marcadores de SNP (polimorfismo de un solo nucleótido) a costos rentables (Williams, 2005) ha permitido incorporar una nueva herramienta para el mejoramiento genético: la Evaluación Genómica (EG). La EG utiliza información de miles de SNP distribuidos a lo largo del genoma. Estos marcadores sirven como referencia, por estar próximos en el genoma a regiones vinculadas a caracteres cuantitativos, es decir, QTL (del inglés 'Quantitative Trait Loci'), permiten incrementar el progreso genético en caracteres de interés económico (Meuwissen et al., 2001; Goddard & Hayes, 2009).

Las evaluaciones genéticas comenzaron

a incorporar por primera vez información genómica en el 2009 en la evaluación genética de ganado lechero de EE.UU. (Wiggans et al., 2011); y hoy mundialmente también se realizan con éxito evaluaciones genómicas en bovinos para carne, ovinos, cabras, cerdos, aves y peces (Georges et al., 2019). En Uruguay, las EG están disponibles en bovinos para carne (desde 2019 en Hereford y desde 2021 en Aberdeen Angus). Además, en ganado lechero y en ovinos existen proyectos en curso para implementar evaluaciones genómicas (Aguilar, 2018, Ciappesoni et al., 2011).

En ganado lechero las EG han tenido un singular éxito a nivel mundial para realizar la selección usando información genómica. En la selección genómica se ha encontrado una herramienta para mejorar la eficiencia de los programas de mejora genética lechera (Schaeffer, 2006) porque permite incrementar la exactitud en las estimaciones de los DEP a edad temprana. Esto permite además disminuir el intervalo generacional, evitando el período de 5 a 6 años que conlleva generalmente una prueba de progenie (Schaeffer, 2006; Hayes & Goddard, 2010; Pryce & Daetwyler, 2012), la cual puede prolongarse en condiciones uruguayas (Aguilar, 2018). Por tanto, la EG complementa la evaluación genética tradicional, logrando incrementar el potencial de la respuesta a la selección (Hill, 2014). A consecuencia de la selección genómica, en ganado lechero se han reportado tasas de ganancia genética anual entre el 33 y 71% en Francia (Doublet et al., 2019); en Holanda de EE.UU. el aumento fue entre 50 y 100% en caracteres productivos (heredabilidad moderada) y el impacto aún fue mayor en los de baja heredabilidad (García-Ruiz et al., 2016).

## 6. IMPLICANCIAS

En nuestro país, los productores disponen de información obtenida a través de sistemas de registros y programas de evaluación genética para las diferentes razas bovinas. Esta información auxilia en la toma de decisiones a la hora de elegir un reproductor.

El objetivo final en el uso de herramientas en mejoramiento genético es lograr un impacto directo sobre la producción y eficiencia de los rodeos carniceros o lecheros y de las majadas, con el fin de que se traduzca en mayores retornos económicos del sistema productivo.

Cuando el productor toma la decisión de incorporar o refugar reproductores al rodeo, está modificando el pool genético de su población. Si estos toros tienen evaluación genética, este cambio introduce progreso genético hacia la dirección buscada. Por el contrario, si se desconocen los valores genéticos, se desconoce también el aporte que el toro provocará a su descendencia.

Al seleccionar un padre (o una madre), se debe definir qué característica(s) se quiere mejorar (objetivos de selección), las que dependerán de cada sistema. El manejo del establecimiento, así como la importancia de cada variable en la economía ayudarán en la definición del objetivo de selección más adecuado a cada situación.

Posteriormente, la selección por DEP de acuerdo a los objetivos fijados junto al auxilio de la precisión o exactitud de cada estimación permitirá avances genéticos y por ende productivos y económicos más eficientes. La elección de los reproductores debería combinar las características que mejor se adapten al sistema de producción.

Las decisiones de selección que se realizan hoy tendrán un efecto a la producción del establecimiento en los próximos años, siendo esencial que tanto los toros como las hembras de reemplazo se elijan acorde a las metas productivas presentes y futuras.

Un buen reproductor debe ser una inversión y no un gasto, y su éxito va a depender de la elección.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AGUILAR I. 2018. Genética Lechera. La



experiencia uruguaya. Curso de Posgrado en Mejora Genética Animal. Facultad de Agronomía (Udelar).

CIAPPESONI, G.; GIMENO, D.; CORONEL, F. 2011. Evaluaciones Genéticas de Ovinos en Uruguay: desde el tatuaje a la genómica. [https://www.geneticaovina.com.uy/archivos/Evaluaciones\\_Geneticas\\_de\\_Ovinos\\_en\\_Uruguay\\_Revista\\_ARU.pdf](https://www.geneticaovina.com.uy/archivos/Evaluaciones_Geneticas_de_Ovinos_en_Uruguay_Revista_ARU.pdf)

DOUBLET, A. C.; CROISEAU, P.; FRITZ, S.; MICHENET, A.; HOZÉ, C.; DANCHIN-BURGE, C.; LALOË, D.; RESTOUX, G. 2019. The impact of genomic selection on genetic diversity and genetic gain in three French dairy cattle breeds. *Genetics Selection Evolution* 51. <https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-019-0495-1>

GARCÍA-RUIZ, A.; COLE, J. B.; VANRADEN, P. M.; WIGGANS, G. R.; RUIZ-LÓPEZ, F. J.; VAN TASSELL, C. P. 2016. Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113:E3995-E4004. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1519061113>

GIMENO, D. 2013. Aspectos que se deben considerar en la interpretación de la información genética para la elección de animales superiores. INIA Tacuarembó, INIA Las Brujas. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacionAINFO-53418.aspx>

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2022. Evaluaciones genéticas bovinas (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abril. 2022. Disponible en <https://www.geneticabovina.com.uy/>

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2022. Evaluaciones genéticas de razas lecheras (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abril. 2022. Disponible en <https://www.geneticalechera.com.uy/>

GEORGES, M.; CHARLIER, C.; HAYES, B. 2019. Harnessing genomic information for livestock improvement. *Nat Rev Genet.* 20(3):135-156. <https://www.nature.com/articles/s41576-018-0082-2>

GUARINI, A. R.; LOURENCO, D. A. L.; BRITO, L. F.; SARGOLZAEI, M.; BAES, C. F.; MIGLIOR, F.; TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; SCHENKEL, F. S. 2019. Use of a single-step approach for integrating foreign information into national genomic evaluation in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 102:8175-8183. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31301840/>

HAYES, B.; GODDARD, M. 2010. Genome-wide association and genomic selection in animal breeding. *Genome* 53:876-883. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21076503/>

HILL, W. G. 2014. Applications of population genetics to animal breeding, from wright, fisher and lush to genomic prediction. *Genetics* 196:1-16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24395822/>

LEMA, M.; RAVAGNOLO, O. 2008. Reporte total del rodeo; una nueva etapa de las evaluaciones genéticas de bovinos para carne. In: Seminario de Actualización Técnica; Cría Vacuna (2008, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 40-46 (Serie Técnica no. 174). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7738/1/st-174-2008-p.40-46.pdf>

LEMA, M.; RAVAGNOLO, O.; SOARES DE LIMA, J. M. 2013. Avances en Herramientas de Selección para la cría: Peso adulto, características reproductivas e Índices de selección. Seminario de Actualización técnica: Cría Vacuna. INIA 208: 27 – 34. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7562/1/st-208-2013.-p.27-34.pdf>

MEDINA, M.; ESPASANDIN, A. C., 2017. Utilización de toros con Diferencia Esperada en la Progenie em los sistemas criadores.

Revista CANGÜÉ 39: 7-10. [http://www.eemac.edu.uy/cangue/images/revistas/revista\\_39/Cangue39\\_toros%20dep.pdf](http://www.eemac.edu.uy/cangue/images/revistas/revista_39/Cangue39_toros%20dep.pdf)

MEUWISSEN, T. H. E.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157:1819-1829. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11290733/>

PRAVIA, M. I.; RAVAGNOLO, O.; URIOS-TE, J.; GARRICK, D. 2013. Identification of breeding objectives using a bioeconomic model for a beef cattle production system in Uruguay. *Livestock Science*, 21-28. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141313005519?via%3Dihub>

PRYCE, J. E.; DAETWYLER, H. D. 2012. Designing dairy cattle breeding schemes under genomic selection: A review of international research. *Animal Production Science* 52:107-114. <https://www.publish.csiro.au/an/AN11098>

RAVAGNOLO, O.; CIAPESONI, G.; AGUILAR, I.; PRAVIA M. I., 2005. Herramienta para un crecimiento permanente. *Revista INIA* 2: 6 – 9. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/201/1/111219220807143701.pdf>

RAVAGNOLO, O.; LEMA, M.; SOARES DE LIMA, J. M.; PRAVIA, M. I.; MONTOSI, F., 2012. Nuevas Herramientas, Nuevas Decisiones de Selección. *Revista INIA* 30: 7 – 10. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2130/1/18429091012103521.pdf>

RAVAGNOLO, O.; LEMA M.; GOLDBERG V. 2013. Información objetiva para la selección de reproductores en razas carniceras. *Revista INIA* 35: 9 – 13. <https://www.geneticabovina.com.uy/archivos/Informaci%C3%B3n%20objetiva%20para%20la%20selecci%C3%B3n%20de%20reproductores%20en%20razas%20carniceras.pdf>

SCHAEFFER, L. R. 1985. Model for international evaluation of dairy sires. *Livestock Production Science* 12:105-115. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0301622685900843>

SCHAEFFER, L. R. 1994. Multiple-Country Comparison of Dairy Sires. *Journal of Dairy Science* 77:2671-2678. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7814738/>

SCHAEFFER, L. R. 2006. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 123:218-223. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2006.00595.x>

SOARES DE LIMA, J. M.; PRAVIA, M. I.; RAVAGNOLO, O.; MONTOSI, F. Índice de selección para la Cría: “Una nueva herramienta disponible en Uruguay para seleccionar reproductores por su mérito económico en la raza Hereford”. <https://1library.co/document/qvrp-jory-soares-pravia-ravagnolo-montossi-programa-nacional-uruguay-introduccion.html>

VANDENPLAS, J.; COLINET, F. G.; GENGLER, N. 2014. Unified method to integrate and blend several, potentially related, sources of information for genetic evaluation. *Genetics Selection Evolution* 46:1-15. <https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-014-0059-3>

WIGGANS, G. R.; VANRADEN, P. M.; COOPER, T. A. 2011. The genomic evaluation system in the United States: Past, present, future. *Journal of Dairy Science* 94:3202-3211. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(11\)00307-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(11)00307-9/fulltext)

WILLIAMS, J. L. 2005. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *OIE Revue Scientifique et Technique* 24:379-391. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16110903/>

# Notas

---

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal dotted lines.





# XLIX JORNADAS URUGUAYAS BUIATRÍA

9, 10 Y 11 DE JUNIO / 2022  
P A Y S A N D Ú



**POSTERS**



# PRODUCCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE VACAS HOLANDO BAJO ESTRÉS CALÓRICO EN UN SISTEMA DE ORDEÑE VOLUNTARIO

Jéssica T Morales Piñeyrúa<sup>1\*</sup>, Juan Pablo Damián<sup>2</sup>, Georget Banhero<sup>3</sup> y Aline Sant`Anna<sup>4</sup>

1 - Programa Nacional de Producción de Leche, Estación Experimental La Estanzuela del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Ruta 50 km 11, Colonia, 70000, Uruguay.

\* - Autor de correspondencia: jmorales@inia.org.uy

2 - Departamento de Biociencias Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República. Alberto Lasplaces 1620, Montevideo, 11600, Uruguay.

3 - Programa Nacional de Producción de Carne y Lana, Estación Experimental La Estanzuela del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Ruta 50 km 11, Colonia, 70000, Uruguay.

4 - Departamento de Zoología, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 36036-900, Brazil

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue relacionar la producción de leche, frecuencia de ordeño y comportamientos en pastoreo de 69 vacas Holando ordeñadas en el sistema de ordeño voluntario de INIA (La Estanzuela) bajo estrés calórico [índice de temperatura-humedad (ITH)  $\geq 68$ ]. La producción y frecuencia de ordeño se analizó según ITH del día de ordeño y de los 3 días previos, y los comportamientos durante el pastoreo con el ITH del día de observación. La producción de leche disminuyó en promedio 0,18 L (primíparas) y 0,40 L (múltiparas)/ cada incremento de unidad de ITH en los días previos al ordeño ( $P < 0,0001$ ). Solo en múltiparas, la frecuencia de ordeño aumentó 0,01 ordeños/cada aumento de unidad de ITH del día evaluado ( $P = 0,04$ ). Por cada incremento de unidad de ITH las vacas estuvieron 0,14% más paradas sin actividad, mientras que disminuyeron un 0,30%; 0,04%, y 0,70% de pastoreo, echadas sin actividad y echada rumiando, respectivamente ( $P < 0,0001$ ). En conclusión, las pérdidas de producción de leche debido al estrés calórico fueron relacionadas con el ITH de días previos al ordeño, no así la frecuencia de ordeño, el cual incrementó el mismo día en que el ITH aumentaba. Menos comportamientos de pastoreo, descanso y rumia fueron observados debido a estrés calórico.

## SUMMARY

The objective of the present study was to

evaluate the productive performance and grazing behavior of 69 Holstein cows in the pasture-based automatic milking system (INIA La Estanzuela) under heat stress (defined as temperature-humidity index-THI  $\geq 68$ ). Productive traits were analyzed according to THI from days 0, -1, -2, and -3 in relation to milking day, and grazing behaviors were related to the average THI of the day of observation. Milk yield decreased about 0.18 L (primiparous) and 0.40 L (multiparous)/ THI unit increment of previous days. Only for multiparous cows, the milking frequency increased 0.01 milking/THI unit increment at milking day. For each unit of THI increment cows increased 0.14% the standing behavior, whereas decreased 0.30%, 0.04%, and 0.70% the grazing, lying, and ruminating behaviors, respectively. In conclusion, milk loss was related to heat stress conditions from the previous days, not so for milking frequency, which increased with THI of the same milking day. Lower grazing, lying, and ruminating activities and greater standing behavior were observed due to heat stress.

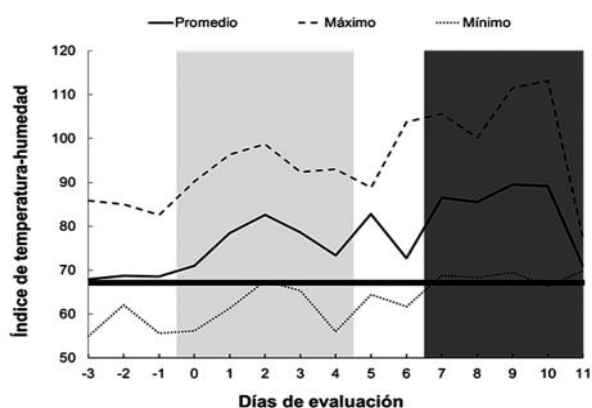
## INTRODUCCIÓN

El estrés por calor [índice de temperatura-humedad (ITH)  $\geq 68$ ] afecta negativamente la producción de leche, siendo estas pérdidas mayores en los sistemas de ordeño voluntarios (SOV) que en los convencionales (Speroni y col., 2006). Las mismas podrían explicarse en parte por la reducción del consumo de alimento (West, 2003), dado que el ITH reduce el

tiempo comiendo y de rumia de vacas lecheras (Tapki y Sahin, 2006). Sin embargo, no es conocido el impacto del estrés por calor en los comportamientos de vacas mientras pastorean en un SOV. Por lo tanto, nos propusimos evaluar la relación entre la producción de leche, la frecuencia de ordeño y los comportamientos en pastoreo de vacas Holando ordeñadas en un SOV, con los valores de ITH diarios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el SOV de INIA La Estanzuela se seleccionaron 25 vacas primíparas y 44 multíparas con más de 150 días en leche. Durante noviembre de 2019 la dieta de los animales consistió en pastoreos diarios de tres parcelas, las cuales estaban disponibles en distintos horarios del día (A: 6:00-14:00, B: 14:00-21:00 y C: 21:00-6:00). Solo la infraestructura del tambo poseía sombra, encontrándose el agua en las parcelas. Durante 12 horas diarias (6:00-18:00), por 10 días, se observaron a los animales en la pastura, registrándose cada 10 minutos (método de scan) los siguientes comportamientos: parada rumiando, parada sin actividad, echada rumiando, echada sin actividad, y pastoreando. La frecuencia de ordeño y la producción de leche diaria fue obtenida del equipo de ordeño. A partir de la temperatura del aire ( $T_a$ ) y la humedad relativa promedio (HR) se calculó el ITH diario (Thom, 1959), obteniéndose un pro-



**Figura 1.** Índice de temperatura y humedad promedio, máximo y mínimo. El día 0 es el comienzo de las observaciones de comportamiento, en los cuales se puede observar un período de “bajo estrés” (gris claro) y otro de “estrés severo” (gris oscuro) (García y col., 2015). La línea negra horizontal indica el ITH= 68 (umbral para vaca lechera).

medio de  $T_a$ , HR, e ITH de  $23,0 \pm 2,8^\circ\text{C}$ ,  $69,0 \pm 7,4\%$ ,  $80,5 \pm 7,2$ , respectivamente (Figura 1). Los comportamientos fueron relacionados con el ITH del día de la observación (día 0); y la producción y frecuencia de ordeño con los 3 días previos al ordeño (-1, -2 y -3) a través de un modelo lineal mixto con medidas repetidas en el tiempo. Se consideró significancia estadística con un  $\alpha$  0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche fue asociada con el ITH de los 3 días previos ( $P < 0,0001$ ), pero no con el ITH del día del ordeño. La producción disminuyó por cada unidad de incremento de ITH, con mayores niveles de pérdidas en vacas multíparas (día -1: -0,38 L; día -2: -0,41 L y día -3: -0,40 L) que en primíparas (día -1: -0,18 L; día -2: -0,20 L y día -3: -0,15 L). El efecto retardado del estrés calórico en la producción de leche que se refleja hasta 3 días después del aumento de ITH ha sido reportado en SOV pastoriles de Australia (Wildridge y col. 2018). El hecho de que primíparas tuvieran un menor nivel de reducción de la producción que multíparas podría deberse a que las primíparas presentan menor producción de leche (datos sin publicar) y/o menor susceptibilidad al estrés calórico (Benni y col., 2019). La frecuencia de ordeño fue relacionada positivamente con el ITH del mismo día evaluado, aumentando 0,01 ordeños por cada unidad de aumento de ITH ( $P=0,04$ ), pero solo en vacas multíparas. La frecuencia de ordeño no se asoció con el ITH de días anteriores. Fue interesante encontrar que a mayores valores de ITH, más veces fueron las vacas al tambo a ordeñarse, ya que Wildridge y col. (2018) reportaron que al aumentar el ITH disminuye la frecuencia de ordeño. Además, cuando una vaca se encuentra bajo estrés calórico tiende a bajar su actividad (camina menos). Una posible explicación de nuestros resultados es que las vacas buscando la sombra del tambo se movieron hacia el SOV y fueron ordeñadas. En cuanto a los comportamientos, las vacas estuvieron mayor porcentaje del tiempo de observación parada sin actividad (+0,14%), y menor tiempo pastorean-

do (-0,30%), echada sin actividad (0,04%), y echada rumiando (-0,70%) ( $P < 0,0001$ ) a medida que aumentó el ITH. El comportamiento parado rumiando no se asoció con el ITH diario. Nuestros resultados concuerdan con la bibliografía en sistemas lecheros convencionales, donde las vacas bajo estrés calórico dedican más tiempo a estar paradas para disipar calor, disminuyendo el tiempo echadas, pastoreando y rumiando (Provolo y Riva, 2009; Curtis y col., 2017), lo que afectaría su consumo de pasto, el descanso, la salud y su bienestar. Estos resultados reafirman la importancia de la disponibilidad de sombra en las pasturas en sistemas SOV. Una limitación de este estudio fue que no se registraron los comportamientos cuando las vacas estaban fuera de la pastura, por lo tanto, no sabemos si las vacas se echaron y/o rumiaron en los caminos o estructuras del tambo para lograr alcanzar suficientes horas de descanso.

### CONCLUSIONES

En las condiciones de este estudio, se evidenció la pérdida de producción de leche debido al estrés calórico ocurrido días previos. También se observó las vacas multíparas (pero no así las primíparas) modificaron su frecuencia de ordeño según el ITH diario, visitando más el tambo a mayor ITH. El pastoreo y descanso de vacas en un SOV pastoril fueron reducidos cada vez que el ITH aumentaba.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benni, S; Pastell, M; Bonora, F; Tassinari, P; Torreggiani, D. 2019. A generalised addictive model to characterise dairy cows' responses to heat stress. *Animal* 14:418-424.

Curtis, AK; Scharf, B; Eichen, PA; Spiers, DE. 2017. Relationships between ambient conditions, thermal status, and feed intake of cattle during summer heat stress with access to shade. *J. Therm. Biol.* 63:104-111.

García, AB; Angeli, N; Machado, L; de Cardoso, FC; Gonzalez, F. 2015. Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.* 47:889-894.

Provolo, G, Riva, E. 2009. One year study of lying and standing behavior of dairy cows in a freestall.

Speroni, M; Pirlo, G; Lolli, S. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.* 89:4687-4693.

Tapki, I; Sahin, A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviors of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Anim. Behav. Sci.* 99:1-11.

Thom, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12:57-59.

West, J.W., 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 2131-2144.

Wildridge, AM; Thomson, PC; Garcia, SC; John, AJ; Jongman, EC; Clark, CEF; Kerrisk, KL. 2018. Short communication: The effect of temperature-humidity index on milk yield and milking frequency of dairy cows in pasture-based automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 101:4479-4482.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Marcelo Pla, Álvaro Gómez, Cristian González, y Gonzalo Viroga por la ayuda con la recolección de los datos. Financiamiento: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Proyecto N-23765 PL\_25\_0\_00) y Agencia Nacional de Investigación e Innovación (Beca POS\_NAC\_2018\_1\_151523).

# IMPACTO DE LA ADICIÓN TEMPRANA DE FIBRA DE ALTA CALIDAD EN EL DESARROLLO DE LA MICROBIOTA RUMINAL DE TERNEROS HOLSTEIN

Sofía Fernández-Ciganda<sup>1\*</sup>, Cecilia Cajarville<sup>1</sup>, Nicolás Amaro<sup>2</sup>, Valeria Campbell<sup>2</sup>,

Germán Antúnez-Tort<sup>1</sup>, Martín Fraga<sup>1</sup>

1 Plataforma de Investigación en Salud Animal – INIA, Estación Experimental La Estanzuela.

2 Depto. de Producción Animal y Salud de sistemas productivos (IPAV), Facultad de Veterinaria – UdelaR.

3 Depto. de Ciencias Veterinarias y Agrarias, CENUR.LN – Facultad de Veterinaria – UdelaR.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del consumo de fibra de alta calidad sobre el desarrollo de la microbiota ruminal, en comparación con la administración de concentrado comercial de iniciación, ambos como suplemento del lácteo, bajo un programa de cría acelerada. Se realizó un ensayo *in vivo* con 20 terneros Holstein machos, con adecuada transferencia pasiva de inmunidad, que se dividieron aleatoriamente en dos grupos ( $n = 10$ ). En un grupo, la dieta consistió en sustituto lácteo más concentrado comercial de iniciación y el otro grupo recibió el sustituto lácteo más fibra de alta calidad. Durante la semana 8 los terneros se deslecharon progresivamente. Luego del desleche y hasta la semana 11 los terneros de ambos grupos tuvieron libre acceso al mismo heno de alfalfa y concentrado comercial recibido en la etapa lactante. Mediante sonda oro esofágica se tomaron muestras de contenido ruminal en la semana 5 y 11 y se secuenció la región V4 del gen bacteriano ribosomal 16S mediante Illumina MiSeqx250. La microbiota ruminal fue significativamente diferente entre las dos dietas a la semana 5, tanto en composición como en diversidad, pero a la semana 11, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

## SUMMARY

The objective of this study was to determine the effect of high-quality fiber intake on the development of the ruminal microbiota, in comparison with the administration of commercial

starter concentrate, both as a dairy supplement, under an accelerated rearing program. An *in vivo* assay was performed with 20 male Holstein calves, with adequate passive transfer of immunity, which were randomly divided into two groups ( $n = 10$ ). In one group, the diet consisted of milk replacer plus commercial starter concentrate and the other group received the milk replacer plus high-quality fiber. During week 8 the calves were progressively weaned. After weaning and until week 11, the calves of both groups had free access to the same alfalfa hay and commercial concentrate received in the lactating stage. Samples of ruminal contents were taken at weeks 5 and 11 by esophageal probe and the V4 region of the 16S ribosomal bacterial gene was sequenced using Illumina MiSeqx250. The ruminal microbiota was significantly different between the two diets at week 5, both in composition and diversity, but at week 11, no significant differences were found between treatments.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del rumen y particularmente de la microbiota ruminal es de suma importancia para los terneros previo al desleche (Khan et al., 2016). El establecimiento de la microbiota ruminal posibilita que se produzcan procesos de fermentación de los alimentos sólidos y la producción de metabolitos que constituyen el principales estímulo para el desarrollo del epitelio ruminal (Khan et al., 2016). Según la recomendación más extendida, la alimentación pre-desleche de los terneros debería limitarse al consumo de alimentos lácteos y concentrado



de inicio (NASEM, 2021). A partir de la implementación de los sistemas de cría acelerada, en los que se suministra mayores volúmenes de leche y en dónde la proporción de nutrientes provenientes de alimento sólido es menor en comparación con los sistemas de cría tradicionales, se ha recobrado interés por el uso de forrajes (Khan et al., 2016). En los últimos años se ha reconocido la importancia de incluir forraje en la dieta de los terneros para mantener la integridad del epitelio ruminal, promover el comportamiento de rumia y reducir los comportamientos orales no ingestivos (Suárez-Mena et al., 2016). Sin embargo, la información científica sobre los posibles efectos del suministro de forraje de alta calidad como único alimento en la dieta de terneros lecheros durante la etapa lactante es limitada. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del consumo temprano de fibra de alta calidad sobre el desarrollo de la microbiota ruminal, en comparación con la administración de concentrado comercial de iniciación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño

El ensayo se realizó en el Campo Experimental N°2 del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria (ruta 1 Km 42, Libertad, San José). Se utilizaron 20 terneros Holstein, machos ( $40 \pm 2,0$  kg de peso y  $4 \pm 2$  días), con adecuada transferencia pasiva de inmunidad ( $> 8,4\%$  Brix; Deelen et al., 2014), los cuales fueron divididos al azar en dos grupos. Ambos grupos recibieron 8 litros diarios de sustituto lácteo (diluido al 12,5% de MS, 21,5% PB y 20,1% EE) hasta la semana 7 de vida y durante la semana 8 fueron deslechados progresivamente. La diferencia entre las dietas radicó en el alimento sólido ofrecido a los animales desde la primera semana hasta las 8 semanas de vida. Uno de los grupos recibió heno de alfalfa (90,5% de MS, 16,0% PB y 40,4% FND) y el otro grupo recibió concentrado de inicio (90,0% de MS, 18,0% PB y 17,9% FND). Durante la semana 9, 10 y 11 ambos grupos tuvieron acceso *ad libitum* tanto

al mismo heno de alfalfa como al concentrado comercial recibido en la etapa lactante, por lo tanto, la dieta de todos los animales fue heno de alfalfa y concentrado.

### Muestras y secuenciación

A las 5 y 11 semanas se recolectó contenido ruminal mediante sonda oro esofágica y se guardaron las muestras a  $-80^{\circ}\text{C}$  para su posterior procesamiento. Dicho procesamiento consistió en la extracción de ADN total mediante el kit comercial Zymo Fecal/Soil Minikit y la secuenciación del gen ribosomal 16S mediante la tecnología Illumina MiSeq 2x250.

### Procesamiento de datos

Los datos generados se procesaron con el paquete R *dada2* (Callahan et al., 2016a) siguiendo el pipeline presentado en el repositorio de GitHub (<https://benjjinn.g.gubub.io/dada2>) y por Callahan et al. (2016b). Los recuentos se normalizaron calculando las abundancias relativas de cada ASV (*Amplicon Sequence Variant*) en cada muestra y se calcularon matrices de distancia utilizando los métodos de Jaccard (presencia/ausencia), Bray-Curtis (abundancia), UniFrac (relación filogenética) y Weighted-UniFrac (relación filogenética ponderada por abundancia). Los parámetros de diversidad alfa se calcularon usando la función *estimate\_richness*, implementada en *phyloseq* con funciones del paquete *vegan*.

### Análisis estadísticos

Los parámetros de diversidad alfa se compararon mediante una prueba de Kruskal-Wallis (umbral de  $p$  establecido en 0,05). Para evaluar el efecto de la dieta y el tiempo en la comunidad bacteriana, se realizó un análisis de varianza multivariante con permutaciones (PERMANOVA) con la función *adonis* (paquete *vegan*) usando la matriz de distancia Weighted-Unifrac (matriz~Dieta\*Tiempo). Se utilizaron las funciones *betadisper* y *permutest* para probar la homogeneidad de la varianza (permutaciones = 1000). Las abundancias di-

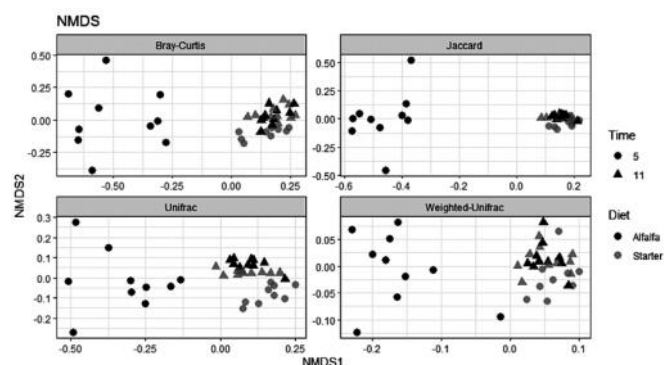
ferenciales entre los grupos control y tratado se determinaron con el paquete DESeq2 (test="Wald", fitType="local", p-ajustado<0,1). Se realizó un análisis SIMPER (paquete *vegan*) para determinar qué género contribuyó significativamente a las diferencias entre tratamientos y luego se compararon las abundancias relativas de esos géneros mediante la prueba de Kruskal-Wallis (umbral de p en 0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 223 géneros y 2321 ASV diferentes fueron definidos, de los cuales 31% no pudo ser asignada su identidad a nivel de género. Se encontraron diferencias significativas entre la comunidad microbiana a la semana 5 ( $p = 0,001$ ), pero dichas diferencias no fueron detectadas luego del desleche en la semana 11 ( $p = 0,7$ ). Las diferencias más importantes en la composición de la comunidad ruminal a las 5 semanas estuvieron asociadas con el tipo de dieta. Es así como se observó un aumento de grupos degradadores de fibra, tales como *Methanosphaera* y *Butyrivibrio* en los animales alimentados con heno de alfalfa, mientras que los animales alimentados con concentrado de inicio se observó un aumento de grupos degradadores de carbohidratos y azúcares como *Megasphaera* y *Olsenella*.

En la Figura 1 se puede observar que a las 5 semanas las comunidades microbianas de los

Figura 1. Escalamiento multidimensional no métrico (Non-metric Multidimensional Scaling, NMDS), utilizando diferentes matrices de distancia. Los colores representan las diferentes dietas al comienzo del ensayo (heno de alfalfa = negro, concentrado de inicio = gris); y las distintas formas representan los tiempos de muestreo (círculo = semana 5, triángulo = semana 11).



animales que consumieron solamente heno se separan de los que consumía concentrado ya sea a las 5 o a las 11 semanas de vida. Un patrón similar se pudo observar al analizar los índices de alfa-diversidad, que fueron mayores en los animales que sólo consumían concentrado a las 5 semanas o concentrado más fibra durante la semana 11. El consumo de concentrado antes y después del desleche implicó una disminución de la diversidad de la microbiota ruminal, lo cual podría deberse tanto a las diferencias en los sustratos fermentados, como al pH ruminal y el desarrollo del epitelio ruminal de los terneros.

## CONCLUSIÓN

En comparación con el consumo de concentrado de inicio, el acceso de los terneros a fibra de alta calidad, durante la etapa lactante, aumenta la diversidad de la microbiota ruminal. Sin embargo, dichas diferencias desaparecen dos semanas luego del desleche, por lo que parece poco probable que la alimentación pre-desleche genere efectos a largo plazo sobre la microbiota ruminal de los terneros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Callahan, B. J., McMurdie, P. J., Rosen, M. J., Han, A. W., Johnson, A. J. A., & Holmes, S. P. (2016a). DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature methods*, 13(7), 581-583. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3869>

Callahan, B. J., Sankaran, K., Fukuyama, J. A., McMurdie, P. J., & Holmes, S. P. (2016b). Bioconductor workflow for microbiome data analysis: from raw reads to community analyses. *F1000Research*, 5. [10.12688/f1000research.8986.2](https://doi.org/10.12688/f1000research.8986.2)

Deelen, S. M., Ollivett, T. L., Haines, D. M., & Leslie, K. E. (2014). Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3838-3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>

## Posters

---

Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, *99*(2), 885–902. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9975>

NASEM. (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition* (8th ed., Vol. 1). Washington, D.C: The National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/25806>

Suarez-Mena, F. X., Hill, T. M., Jones, C. M., & Heinrichs, A. J. (2016). Review: Effect of forage provision on feed intake in dairy calves. *The Professional Animal Scientist*, *32*(4), 383–388. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01502>

# BROTE DE INTOXICACIÓN ESPONTÁNEA POR LARVAS DE *Perreyia flavipes* EN UN RODEO DE BOVINOS HEREFORD DE FLORES, URUGUAY

Caroline da Silva Silveira<sup>1</sup>, Virginia Araóz<sup>1</sup>, Darío Caffarena<sup>1</sup>, Franklin Riet-Correa<sup>1</sup>,

Cecilia Miraballes<sup>1</sup>, Federico Giannitti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

Email: cdasilvas@inia.org.uy; fgianitti@inia.org.uy

## Resumen

Se describe un brote de intoxicación espontánea por larvas del himenóptero *Perreyia flavipes* en un rodeo de bovinos Hereford en Flores, Uruguay. De un total de 187 bovinos expuestos de diferentes categorías enfermaron 43 y murieron 42, determinado tasas de morbilidad, mortalidad y letalidad de 22,9%, 22,5% y 97,7%, respectivamente. El curso clínico fue agudo, los signos incluyeron depresión, agresividad y babeo. El principal hallazgo patológico observado fue necrosis hepatocelular y hemorragia centrolobulillar aguda severa difusa. Además, se encontraron numerosos grupos de larvas de *Perreyia* sp. en el campo donde ocurrió el brote. *Perreyia* sp. causa hepatotoxicidad aguda con desenlace fatal en bovinos. Este brote recuerda que la intoxicación debe ser considerada entre los diagnósticos diferenciales de muerte con curso agudo en bovinos del país.

## Summary

We describe an outbreak of spontaneous poisoning by larvae of *Perreyia flavipes* in a herd of Hereford cattle in Flores, Uruguay. Of a total of 187 exposed cattle of different categories, 43 developed clinical disease and 42 died, accounting for morbidity, mortality, and lethality risks of 22.9%, 22.5% and 97.7%, respectively. The clinical course was acute, signs included depression, aggressiveness, and drooling. The main pathological finding was severe acute diffuse centrilobular hepatocellular necrosis and hemorrhage. In addition, numerous groups of *Perreyia* sp. larvae were found in the field whe-

re the outbreak occurred. *Perreyia* sp. causes acute hepatotoxicity with fatal outcome in cattle. This outbreak highlights that this intoxication should be considered in the differential diagnoses of death with acute course in cattle in the country.

## Introducción

Larvas de insectos del orden Himenóptera suborden Símfitos (“moscas de sierra” o “moscas portasierra”) se han descrito como causa de intoxicación aguda en bovinos, ovinos y porcinos de diferentes regiones del mundo<sup>6,9,10,12,13</sup>. En Uruguay se reportan brotes de intoxicaciones de ocurrencia natural en bovinos y ovinos debido a la ingestión de larvas de *Perreyia flavipes*<sup>2,3</sup>. Estos brotes se asocian a las condiciones climáticas como el exceso de lluvias en primavera y verano y el acúmulo de forraje en otoño, lo que puede indicar un riesgo de intoxicaciones en el invierno<sup>3</sup>.

El ciclo de vida biológico de la “mosca de sierra” presenta cuatro principales fases: huevo, larva, pupa y adulto. En Sudamérica, la vida adulta empieza entre enero y marzo, cuando emergen las pupas y dan lugar a individuos de vida corta (<72 h)<sup>3,11</sup>. Morfológicamente estas moscas miden aproximadamente 1 cm de largo y 0,5 cm de ancho, tienen cuerpo de color negro brillante y partes de las patas de color naranja<sup>3,7</sup>. Depositán huevos en el suelo en grupos de 100 a 700, éstos son oblongos y de color blanco amarillento, tornándose de un color amarillo negruzco una vez inseminados<sup>3</sup>. El período de incubación es de 4-8 semanas y las larvas comienzan a eclosionar en el otoño<sup>11</sup>.



Durante el invierno, de junio a septiembre, los agregados de larvas de *P. flavipes* se encuentran comúnmente en los pastizales abiertos, formando una columna en movimiento ordenado de aproximadamente 100 individuos de color negro brillante, particularmente después de las lluvias y en días nublados. Luego cambia su estadio a pupa y penetra en el suelo manteniéndose en un capullo hasta enero cuando vuelven a emerger<sup>3,7</sup>.

El principal compuesto, que es altamente tóxico para animales y responsable por muertes de bovinos y ovinos, identificado en las larvas de *P. flavipes* es el heptapéptido pergidina<sup>1,5,8</sup>. La dosis tóxica para bovinos es de 40 g/kg de peso vivo y la muerte ocurre de forma aguda (~24 h pos-ingestión)<sup>2,3</sup>.

El objetivo de este trabajo es describir un brote de intoxicación espontánea por larvas de *P. flavipes* en un rodeo de bovinos de Flores, Uruguay y alertar a productores y veterinarios de la ocurrencia de esta condición.

### Descripción del caso

Entre el 28 de junio y el 28 de julio de 2017 se registró un brote de mortalidad aguda en bovinos de producción de carne del departamento de Flores en Uruguay. De un total de 187 bovinos de la raza Hereford (42 vacas, 70 vaquillonas de 2,5 años y 75 de sobreaño), 42 animales murieron (3 vacas, 11 vaquillonas y 28 sobreaño). La morbilidad fue del 22,9%, la mortalidad del 22,5% y la letalidad del 97,7% (una vaquillona afectada se recuperó). Los signos clínicos no excedieron los 3 días de duración e incluyeron depresión, agresividad y babeo. Frente a las primeras muertes, en el campo realizaron un diagnóstico presuntivo de Carunco (infección por *Bacillus anthracis*), motivo por el cual todos los animales recibieron dos dosis de vacuna para prevenir esta enfermedad. No obstante, siguieron ocurriendo muertes. Numerosos grupos de larvas identificados como *P. flavipes* ("gusano negro") fueron encontrados donde los animales pastoreaban. Los animales fueron retirados de ese campo y

no ocurrieron más muertes. Por equivocación, un grupo de 20 bovinos volvió a pastorear en ese campo, todos murieron. Las precipitaciones acumuladas para la región donde ocurrió el brote en primavera, verano y otoño de 2016-2017 fueron 105, 100 y 93 mm, respectivamente<sup>4</sup>.

Se realizó la necropsia de una vaquillona de 2,5 años y se colectaron muestras de tejidos, que fueron fijadas en formol tamponado al 10%, deshidratados, embebidos en parafina, seccionados en cortes de 4  $\mu$ m y teñidos con hematoxilina-eosina para examen histológico. Las principales lesiones macro y microscópicas fueron observadas en el hígado y consistieron en necrosis y degeneración hepatocelular centrolobulillar y mediozonal aguda difusa severa, acompañadas por hemorragias en las mismas zonas. Fragmentos de cuerpos y cabezas de larvas de *Perreyia* sp. se encontraron en el contenido del rumen y omaso. Ante la ocurrencia de este brote se generó una alerta online (<http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-tacuaremb%C3%B3/advertenciia-intoxicaci%C3%B3n-en-bovinos-por-gusano-negro>).

### Discusión

El diagnóstico de intoxicación por *P. flavipes* en este brote se basó en la observación de necrosis hepatocelular centrolobulillar aguda severa, la presencia de grandes cantidades de "gusano negro" en el pasto y la presencia de fragmentos de cuerpos y cabezas de larvas de este himenóptero en el contenido de los pre-estómagos del bovino necropsiado. La diferenciación entre especies de *Perreyia* en condiciones de campo es un desafío, debido a la falta de descripciones morfológicas claves para su identificación. La identificación de especímenes adultos es necesaria para confirmar la especie de "mosca de sierra" involucrada. Sin embargo, con base en la literatura local, consideramos que probablemente la especie involucrada en el brote haya sido *P. flavipes*<sup>2</sup>.

En base a los hallazgos epidemiológicos y

clinicopatológicos, enfermedades que cursan con cuadros semejantes deben ser tenidos en cuenta en el momento de la investigación diagnóstica, idealmente previo al tratamiento empírico con medicamentos y/o vacunas. En este brote los principales diagnósticos diferenciales incluyen otros hepatotóxicos agudos como el “duraznillo negro” (*Cestrum parqui*), el “abrojo” (*Xanthium* spp.) y el “sunchillo” (*Wedelia -Pascalia- glauca*) que tienen un desenlace idéntico al caso descrito<sup>14</sup>, entre otros. No fueron observados ejemplares de estas plantas en los campos donde ocurrió este brote. Por otro lado, estas plantas suelen causar mortalidad en primavera-otoño cuando son ingeridas en forma directa, mientras que los brotes asociados a *Perreyia* sp. suelen ocurrir en invierno.

Desde el descubrimiento del efecto tóxico de estas larvas, se ha generado información adicional sobre la epidemiología de los brotes en Uruguay y los mismos están fuertemente asociados a factores climáticos. Se ha sugerido que los excesos de lluvias en primavera y verano, con escasas precipitaciones en el otoño, favorecen la ocurrencia de la intoxicación<sup>2,3</sup>. Este patrón de precipitaciones fue observado en relación con este brote. Sin embargo, en Río Grande del Sur, Brasil, se reportaron brotes posteriores a primaveras y veranos con intensa sequía<sup>13</sup>. Discrepancias que deberían dejar el sector ganadero en alerta.

### Conclusión

Larvas de *Perreyia* spp. pueden causar brotes de intoxicaciones aguda con desenlace fatal en un gran número de bovinos. Esta intoxicación debe ser considerada en los diagnósticos diferenciales de muerte con curso agudo en bovinos del país.

### Bibliografía

Boevé JL, Rozenberg R, Shinohara A, Schmidt S. Toxic Peptides Occur Frequently in Pergid and Argid Sawfly Larvae. PLOS ONE. 2014. 9(8): e105301.

Dutra F, Riet-Correa F, Mendez MC, Paiva N. Poisoning of Cattle and Sheep in Uruguay by Sawfly (*Perreyia flavipes*) Larvae. Veterinary and Human Toxicology. 1997. 39 (5):281-286.

Dutra F. Intoxicación por larvas de *Perreyia flavipes* en bovinos y ovinos. Caracterización de la enfermedad y biología del insecto. Veterinaria (Montevideo). 2003. 38 (152-153):7-24.

INIA. Portal INIA Banco datos agroclimatico. URL <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico> (accedido en 2.4.22).

MacLeod JK, Braybrook C, Simmonds PM, Oelrichs PB. A unique toxic peptide from the larvae of the South American sawfly, *Perreyia flavipes*. Aust J Chem. 2000. 53: 293–297.

McKenzie RA, Dunster PJ, Twist JO, Dimmock CK, Oelrichs PB, Rogers RJ, Reichmann, KG. The toxicity of sawfly larvae (*Lophyrotoma interrupta*) to cattle. Qld. Dept. Prim. Ind. Bull. 1985. QB85001.

Neves FM & Pie MR. On the Adult Behavioral Repertoire of the Sawfly *Perreyia flavipes* Konow, 1899 (Hymenoptera: Pergidae): Movement, Mating and Thanatosis. Neotropical Entomology. 2018. 71 (1): 46-52.

Oelrichs PB, MacLaod JK, Seawroght AA, Moore MR, Ng JC, Dutra F, Riet-Correa F, Mendez MC, Thamsborg SM. Unique toxic peptides isolated from sawfly larvae in three continents. Toxicon. 1999. 37: 537-544.

Raymundo DL, Bezerra Jr. PS, Bandarra PM, Dalto AGD, Soares MP, da Cruz CEF, Driemeier D. *Perreyia flavipes* larvae toxicity. Pesq. Vet. Bras. 2012. 32 (8): 735-738.

Raymundo DL, Bezerra Jr. PS, Bandarra PM, Pedroso PMO, de Oliveira EC, Pescador CA, Driemeier D. Spontaneous poisoning by larvae of *Perreyia flavipes* (Pergidae) in sheep. Pesq. Vet. Bras. 2008. 28 (1): 19-22.

## Posters

---

Soares MP, Riet-Correa F, Smith D, Pereira Soares M, Mendez MC, Brandolt AL. Experimental intoxication by larvae of *Perreyia flavipes* Konow, 1899 (Hymenoptera: *Pergidae*) in pigs and some aspects on its biology. 2001. *Toxicon*. 39: 669–678

Soares MP, Quevedo PS, Schild AL. Intoxicacao por larvas de *Perreyia flavipes* em bovinos na regioao sul do Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras*. 2008. 28 (3): 169-173.

Thamsborg SM, Jorgensen RJ, Brummers-tedt E. Sawfly poisoning in sheep and goats. *Vet. Rec*. 1987. 12:253-255.

Tokarnia CH, Brito MF, Barbosa JD, Peixoto PV, Döbereiner J. Plantas tóxicas do Brasil. (p. 586). Rio de Janeiro: Helianthus. 2012.

# ¿EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN (MIXTO VS. ESTABULADO) Y EL CONTROL DEL AMBIENTE DURANTE EL ENCIERRO EN VACAS LECHERAS EN SISTEMAS MIXTOS AFECTAN EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LOS QUESOS ELABORADOS?

Lucía Grille<sup>1\*</sup>, Daniela Escobar<sup>2</sup>, Laura Olazabal<sup>3</sup>, Ronny Pelaggio<sup>2</sup>, María Noel Méndez<sup>1</sup>,

Victor Rodriguez<sup>1</sup>, María de Lourdes Adrien<sup>1</sup>, Pablo Chilbroste<sup>1</sup>, Juan Pablo Damián<sup>4</sup>

1- Universidad de la República, Ruta 3 km 363. Paysandú, Uruguay.

2- Latitud, Fundación LATU, Av. Italia 6201. Montevideo, Uruguay.

3- Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Av. Italia 6201. Montevideo, Uruguay.

4- Universidad de la República, Lasplacas 1550, Montevideo, Uruguay.

\*lgrille@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar si diferentes condiciones de encierro en vacas lecheras (CB: compost barn y CA: cielo abierto) en sistemas mixtos (SM) (pastoreo + DTM) afectan el perfil de ácidos grasos (PAG) en leche y quesos, en comparación con un sistema 100% DTM estabulado CB. Fueron seleccionadas 48 vacas (parición primaveral) distribuidas en 3 tratamientos: DTM en sistema CB: DTM-CB, SM en CB durante el encierro: MIX-CB y SM a "cielo abierto" durante el encierro: MIX-CA, distribuidas en 4 corrales por tratamiento. Fueron colectadas muestras de leche, pastura y DTM a los 80±15 (P1) y 155±15 (P2) días post parto. Se elaboraron quesos de cada corral y se determinó PAG a los 30 días de maduración. La leche de DTM-CB presentó mayor saturados (SAT) menor monoinsaturados (MUFA) que MIX-CB y MIX-CA ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,0001$ ). Hubo menor n-3 y C18:2-CLA ( $p < 0,0001$ ) y mayor n-6 y n-6/n-3 ( $p < 0,0001$ ) en DTM-CB en comparación con MIX-CB y MIX-CA en leche y quesos. No hubo diferencias entre los SM en ninguna de las variables anteriores. Los SM tuvieron un mejor PAG en leche y quesos, desde el punto de vista de la salud humana, en comparación con el sistema 100% DTM, lo que reafirma la importancia de la inclusión de pastura en la dieta sobre el perfil saludable de AG. La exposición al ambiente durante el encierro en SM no afectó el PAG en leche y quesos bajo un

mismo sistema de alimentación.

## SUMMARY

The aim was to determine if the fatty acid profile (FAP) in milk and cheese was affected by different conditions of confinement in dairy cows from mixed systems: MS (grazing + TMR): than a system 100% DTM in compost barn (CB). Forty-eight cows were selected (spring) distributed in 3 treatments: TMR in CB system: TMR-CB (n=16), MS in CB during confinement: MIX-CB, and MS in "open sky" during confinement: MIX-CA. Milk, pasture, and TMR samples were collected at 80±15 and 155±15 postpartum days. Cheeses from each pen were elaborated, FAP at 30 days of ripening was determined. TMR-CB had higher SAT and lower MUFA than MIX-CB and MIX-CA ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,0001$ ). TMR-CB had lower n-3 and C18:2-CLA ( $p < 0,0001$ ) and higher n-6 and n-6/n-3 ( $p < 0,0001$ ) than MIX-CB and MIX-CA in milk and cheeses. There were no differences between MS in any of the above variables. The MS had a better FAP in milk and cheese, from the point of view of human health, compared to TMR-CB, which reaffirms the importance of pasture on FAP. Exposure to the environment during confinement in MS did not affect the FAP in milk and cheese under the same feeding system



## INTRODUCCIÓN

La inclusión de pasturas en sistemas de confinamiento mejora el perfil de ácidos grasos (PAG) desde el punto de vista a la salud humana (aumentos de ácidos grasos monoinsaturados: MUFA, polinsaturados: PUFA, n-3 y ácido linoleico conjugado: CLA), a la vez que disminuye la concentración de saturados (SAT) en leche (Mendoza et al., 2016). A su vez, se han reportado cambios similares en quesos elaborados con leche de vacas con acceso a pasturas (O' Callaghan et al., 2017, Bonanno et al., 2013). Estas modificaciones en el PAG en la leche proveniente de vacas en sistemas pastoriles tienen efecto deseable en la calidad de los productos lácteos, entre ellos, los quesos (Kilcawley et al., 2018). Por otro lado, se ha reportado mayor proporción de AG "saludables" en quesos elaborados con leche obtenida en primavera, en comparación con las obtenidas en otras estaciones (Tzamaloukas et al., 2021). Sin embargo, de acuerdo a nuestro conocimiento, no se ha reportado cómo diferentes condiciones ambientales durante el encierro (bajo un mismo sistema de alimentación), influyen en la calidad de la grasa láctea y en los quesos elaborados.

## OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue determinar si diferentes condiciones de encierro (CB y CA) de vacas en sistemas mixtos o 100% DTM, afectan el PAG en leche y en quesos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron seleccionadas 48 vacas multíparas (con partos en primavera). Las mismas fueron bloqueadas previo al parto, por número de lactancia, fecha prevista del parto, peso vivo y condición corporal. Luego del parto los animales se distribuyeron en bloques completos al azar en 3 tratamientos: vacas alimentadas con DTM en CB (baja exposición al ambiente): DTM-CB (n=16), vacas en SM en sistema CB durante el encierro (baja exposición al ambiente): MIX-CB (n=16) y vacas en SM a "cielo

abierto" durante el encierro (alta exposición al ambiente): MIX-CA (n=16). Las vacas estaban distribuidas en corrales (4 corrales por tratamiento). Se realizó un diseño de bloques al azar. Los SM constaban de una sesión de pastoreo: *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Glycine max* y otra sesión donde se suministraba la DTM en el encierro (CB y CA). Las vacas fueron ordeñadas dos veces por día (5:00 am y 3:00 pm). Fueron colectadas muestras de leche, pastura y DTM a los 80±15 y 155±15 días pos-parto (dpp). La determinación de AG en leche, pasturas y DTM se realizó mediante cromatografía gaseosa (GC). Se elaboraron quesos tipo Dambo a partir de leche de cada corral (n=4), la cual fue obtenida del ordeño completo AM y PM (50 L). Luego de 30 días de maduración se determinó el PAG (g/100g de grasa) en los quesos elaborados. Los resultados fueron analizados a través Proc MIXED de SAS (SAS Studio, 2022). En leche fueron considerados tratamiento, período e interacción tratamiento x período como efectos fijos, mientras que en quesos el tratamiento fue considerado como efecto fijo. Para todos los análisis fue considerado un  $p \leq 0,05$  como efecto significativo y tendencia cuando  $0,05 < p \leq 0,10$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La leche proveniente de SM mostró menor proporción de SAT y mayor proporción MUFA en comparación con el sistema DTM-CB (Tabla 1). En el caso de n-3 el tratamiento DTM-CB fue menor que MIX-CB ( $p < 0,01$ ) y ambos no se diferenciaron con MIX-CA. En cuanto a n-6 y la relación n-6/n3 hubo efecto tratamiento e interacción tratamiento-período (Tabla 1). Para el caso de n-6 DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ( $p < 0001$ ) y MIX-CB mayor que MIX-CA ( $p < 0,02$ ). En cuanto a n-6/n-3, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ( $p < 0001$ ) pero no hubo diferencias entre SM. Ambas variables siguieron el mismo patrón en la interacción, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ( $p < 0,0001$  y  $p = 0,01$ ; respectivamente) en P1 y P2. mientras que no hubo diferencias entre MIX-CB y MIX-CA en ambos períodos. En relación a C18:2-CLA hubo efecto trata-

miento ( $p < 0,0001$ ) y tendencia a la interacción tratamiento- período ( $p = 0,07$ ). El tratamiento DTM-CB fue menor que MIX-CB y MIX-CA ( $p < 0,0001$ ) y no hubo diferencias entre los SM. En P1, MIX-CB y MIX-CA fueron mayores que DTM-CB ( $p < 0,001$  y  $p < 0,0001$ ; respectivamente). En P2, DTM-CB fue menor que MIX-CB ( $p < 0,001$ ) pero no hubo diferencias con MIX-CA. No hubo diferencias entre MIX-CB y MIX-CA en ambos períodos. En quesos, hubo efecto del tratamiento en n-3, n-6 y n-6/n-3 ( $p < 0,001$ ), mientras que SAT, MUFA, PUFA y trans no hubo efecto del tratamiento. Para el caso de n-3, DTM-CB fue menor que MIX-CB ( $0,43 \pm 0,06$  vs.  $0,55 \pm 0,06$ ,  $p < 0,001$ ) y ambos no tuvieron diferencias con MIX-CA ( $0,46 \pm 0,06$ ). En n-6, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ( $2,9 \pm 0,1$  vs.  $2,6 \pm 0,1$  y  $2,3 \pm 0,1$ , respectivamente;  $p = 0,04$  y  $p < 0,01$ ) pero no hubo diferencias entre los SM. N-6/n-3 siguió la misma tendencia que n-6 con los siguientes valores: DTM-CB, MIX-CB y MIX-CA ( $7,01 \pm 0,5$  vs.  $4,8 \pm 0,5$  y  $5,2 \pm 0,5$ , respectivamente;  $p < 0,001$ ). Hubo efecto período en SAT, MUFA y n-6 (Tabla 1). En P1 hubo mayor SAT y n-6 ( $p < 0,01$  y  $0,02$ , respectivamente) y menor MUFA que el P2 ( $p < 0,001$ ). La leche proveniente de sistemas con pastura en su dieta (MIX-CB y MIX CA) presentaron mayor proporción de n-3, C18:2-CLA y menor n-6 y n-6/n-3 que el sistema DTM-CB, lo cual concuerda con Grille et al. (2022), Pastorini et al., (2019) y Barca et al.,

(2017). A su vez, este resultado se reflejó en una mejor calidad de los quesos, coincidiendo con Alothman et al. (2019), quienes reportan que los quesos de sistemas pastoriles presentan mejor calidad de grasa láctea en relación a la salud de los consumidores en comparación con sistemas que no incluyen pastura en la dieta. En este sentido, los quesos de DTM-CB tuvieron valores de n-6/n-3 superiores a los considerados adecuados para la salud humana (Simopoulos, 2008). Por lo tanto, los sistemas mixtos produjeron leche con mayor proporción de AG saludables para el consumidor, lo cual repercutió favorablemente en la calidad de los quesos elaborados.

### CONCLUSIONES

La leche y los quesos proveniente de vacas en sistemas mixtos de alimentación tuvieron un mejor PAG, desde el punto de vista de la salud humana, en comparación con las del sistema 100% DTM. El perfil de ácidos grasos en leche y en quesos no fue afectado por la exposición de las vacas a diferentes ambientes durante el encierro.

### BIBLIOGRAFÍA

Alothman, M.; Hogan, S.A.; Hennessy, D.; Dillon, P.; Kilcawley, K.N.; O'Donovan, M.; Tobin, J.; Fenelon, M.A.; O'Callaghan, T.F. The

Tabla 1. Efecto del tratamiento (DTM-CB, MIX-CB, MIX-CA) y de los períodos (P1 and P2) sobre el perfil de ácidos grasos (PAG) en leche (mean  $\pm$  SEM)

	DTM-CB		MIX-CB		MIX-CA		SEM	P value		
	P1	P2	P1	P2	P1	P2		T	P	T * P
Saturación AG (g/100 g)										
SFA	65,7 $\pm$ 0,5	62,8 $\pm$ 0,5	62,4 $\pm$ 0,6	61,4 $\pm$ 0,6	63,4 $\pm$ 0,6	61,6 $\pm$ 0,6	0,57	<0,001	<0,001	ns
MUFA	29,1 $\pm$ 0,5	32,3 $\pm$ 0,5	32,7 $\pm$ 0,5	33,7 $\pm$ 0,5	31,8 $\pm$ 0,5	33,6 $\pm$ 0,5	0,51	<0,0001	<0,0001	ns
PUFA	5,1 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	4,6 $\pm$ 0,1	0,15	ns	0,08	ns
n-3	0,47 $\pm$ 0,04	0,44 $\pm$ 0,04	0,64 $\pm$ 0,04	0,60 $\pm$ 0,04	0,47 $\pm$ 0,04	0,57 $\pm$ 0,04	0,04	<0,001	ns	ns
n-6	3,4 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup>	2,9 $\pm$ 0,1 <sup>Ab</sup>	2,6 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup>	2,4 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup>	2,2 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup>	2,3 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup>	0,09	<0,0001	0,02	0,02
n6/n3	7,1 $\pm$ 0,3 <sup>Aa</sup>	6,4 $\pm$ 0,3 <sup>Aa</sup>	3,4 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup>	4,7 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup>	4,4 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup>	3,9 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup>	0,37	<0,0001	ns	0,03
Trans	4,1 $\pm$ 0,2 <sup>Aa</sup>	4,2 $\pm$ 0,2 <sup>Aa</sup>	5,1 $\pm$ 0,2 <sup>Ba</sup>	5,2 $\pm$ 0,2 <sup>Ba</sup>	5,5 $\pm$ 0,2 <sup>Aa</sup>	5,1 $\pm$ 0,2 <sup>Ba</sup>	0,16	<0,0001	ns	ns

T: tratamiento; P: período; T\*M: interacción tratamiento-período. Tratamientos: (DTM-CB, MIX-CB, MIX-CA). P1: 80 $\pm$ 15 días en leche (DEL), P2: 155 $\pm$ 15 DEL. Diferente letra mayúscula indica diferencias entre tratamiento en el mismo período; diferente letra minúscula indica diferencia entre períodos en el mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). ns: no significativo. SFA: saturados; MUFA: monoinsaturados; PUFA: poliinsaturado

“Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods* 2019, 8, 350.

Barca, J., Carriquiry, M., Olazabal, L., Fajardo, M., Chilibróste, P., Meikle, A., 2017. Milk fatty acid profile from cows fed with mixed rations and different access time to pastureland during early lactation. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 102, 620–629.

Bonanno, A., Tornambé, G., Bellina, V., De Pasquale, C., Mazza, F., Maniaci, G., Di Grigoli, A. 2013. Effect of farming system and cheese making technology on the physicochemical characteristics, fatty acid profile, and sensory properties of Caciocavallo Palermitano cheese. *J. Dairy Sci.* 96:710–724.

Grille L., Adrien ML., Méndez MN., Olazabal L., Chilibróste P., Damián JP. 2022. Milk Fatty Acid Profile of Holstein Cows When Changed from a Mixed System to a Confinement System or Mixed System with Overnight Grazing. *Int J Food Sci.* 5610079.

Kilcawley, K.N., Faulkner, H., Clarke, H.J., O’Sullivan, M.G., Kerry, J.P. 2018. Factors influencing the flavour of bovine milk and cheese from grass based versus non-grass based milk production systems. *Foods* 7(3), 37.

Mendoza, A., Cajarville, C., & Repetto, J. L. 2016. Short communication: Intake, milk production, and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. *J Dairy Sci.* 99(3), 1938–1944.

O’Callaghan, T.F., Mannion, D.T., Hennessy, D., McAuliffe, S., O’Sullivan, M.G., Leeuwendaal, N., Beresford, T.P., Dillon, P., Kilcawley, K.N., Sheehan, J.J., Ross, R.P., Stanton, C., 2017. Effect of pasture versus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 100, 6053–6073.

Pastorini, M., Pomiés, N., Repetto, J.L., Mendoza, A., Cajarville, C., 2019. Productive performance and digestive response of dairy cows fed different diets combining a total mixed ration and fresh forage. *J. Dairy Sci.* 102, 4118–4130.

Simopoulos, A.P. (2008). The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp.Biol.Med.* 233, 674-6

Tzamaloukas O, Neofytou MC, Simitzis PE, Miltiadou D. Effect of Farming System (Organic vs. Conventional) and Season on Composition and Fatty Acid Profile of Bovine, Caprine and Ovine Milk and Retail Halloumi Cheese Produced in Cyprus. *Foods* 10(5):1016.

# PRIMER CASO REPORTADO DE ABORTO OVINO POR NEOSPORA CANINUM EN URUGUAY

Florencia Pieruccioni<sup>1\*</sup>, Joaquín Armua<sup>1</sup>, Marcelo Cortes<sup>2</sup> y Cristina Easton<sup>1</sup>

1- DILAVE "Miguel C. Rubino", Laboratorio Central, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ruta 8 km 17, Montevideo, Uruguay.

\*Autor de correspondencia: fpieruccioni@mgap.gub.uy

2- Sanidad Animal, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Departamento Tacuarembó, Uruguay.

## RESUMEN

La neosporosis es la causa más frecuente de abortos en bovinos, pero existen pocas evidencias de su asociación con pérdidas reproductivas en ovinos. El objetivo de este trabajo fue describir el primer brote de abortos por *Neospora caninum* (*N. caninum*) en un rebaño de 220 ovejas en Uruguay. Se realizaron estudios histopatológicos, bacteriológicos, serológico e inmunohistoquímica (IHQ). A la histopatología se destaca la presencia de múltiples focos de necrosis con reacción glial en el sistema nervioso central, glositis multifocal linfocítica y pericarditis. La IHQ para *N. caninum* resultó positiva y se detectaron anticuerpos para *N. caninum* en los sueros estudiados. En base a los resultados obtenidos y la ausencia de otros agentes infecciosos se puede concluir que el aborto está vinculado a la infección por *N. caninum*. Considerando estos primeros hallazgos es importante ampliar la información generada respecto al impacto de la neosporosis en los establecimientos de cría ovina.

## SUMMARY

Neosporosis is the most frequent cause of abortions in cattle, but there is little evidence of its association with reproductive losses in sheep. The objective of this work was to describe the first outbreak of abortions caused by *Neospora caninum* (*N. caninum*) in a flock of 220 sheep in Uruguay. Histopathological, bacteriological, serological and immunohistochemical (IHC) studies were performed. Histopathology highlights the presence of multiple foci of necrosis with glial reaction in the central nervous system, multifocal lymphocytic glossitis, and pericarditis. IHC for *N. caninum* was

positive and antibodies to *N. caninum* were detected in the sera studied. Based on the results obtained and the absence of other infectious agents, it can be concluded that abortion is linked to *N. caninum* infection. Considering these first findings, it is important to expand the information generated regarding the impact of neosporosis in sheep breeding establishments.

## INTRODUCCIÓN

La neosporosis es una enfermedad producida por la *Neospora caninum* (*N. caninum*) perteneciente al phylum Apicomplexa (Dubey et al., 1988). En bovinos, Thilsted y Dubey (1989) fueron los primeros en reportarla en rodeos con problemas de abortos esporádicos en Nuevo México (Dubey y Lindsay, 1996). En 1990 se registró por primera vez *N. caninum* en un cordero de una semana de edad en Reino Unido (Dubey et al. 1990). Según la etapa de gestación que se encuentre la oveja en el momento de la infección puede ocurrir aborto, momificación fetal, reabsorción de embriones, muerte fetal o el nacimiento de crías débiles o aparentemente sanas, pero con infección congénita (McAllister et al. 1996, Buxton et al 1997, 1998, Hässig et al. 2003).

La *N. caninum* y el *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) se asocian con abortos en ovinos, las técnicas histopatológicas no permiten su diferenciación precisa debido a la similitud en la morfología y en las lesiones inducidas (Buxton, 1998). Por lo que se han utilizado diferentes técnicas serológicas, inmunológicas y moleculares para determinar la presencia de ambos parásitos.

En Uruguay, la neosporosis fue detectada



da DILAVE- MGAP en 1999 en caninos como en bovinos, por medio de técnicas histopatológicas, inmunohistoquímicas y serológicas (Bañales et al., 1999). Sin embargo, no se ha demostrado la ocurrencia de aborto en ovinos producido por *N. caninum*. El presente trabajo describe el primer caso de aborto ovino causado por *N. caninum* detectado en Uruguay.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los abortos ocurrieron en el mes de septiembre de 2020 en un predio en el departamento de Tacuarembó, Uruguay. Provenientes de un lote de 220 ovejas encarneradas de la raza Merino Australiano y Merino Dohne cuya alimentación era en base a campo natural y suplementación. La encarnerada se realizaba en dos etapas, de febrero a marzo y de abril a mayo, para Merino Dohne y Merino Australiano, respectivamente. El establecimiento presentaba hace dos años tasas de preñez menores al 60%. Se desparasitaban en promedio siete veces al año y se vacunaban contra Ectima Contagioso.

Se remite a DILAVE Montevideo un feto para realizar estudios bacteriológicos, histopatológicos, serológicos e inmunohistoquímica. Las muestras fueron fijadas en formol al 10% para su inclusión en parafina. Luego fueron cortadas a 4 micras de espesor y coloreadas con hematoxilina y eosina. Para aislamiento bacteriológico las cuales fueron sembradas en medios específicos para *Brucella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Listeria spp.*, *Clamidia spp.* y *Leptospira spp.* se remitieron muestras de hígado, pulmón y contenido de abomaso.

Se realizó la técnica de Inmunohistoquímica para la detección de *N. caninum* y *T. gondii* en los cortes histológicos por el método complejo avidina-biotina peroxidasa. Se utilizó como anticuerpo primario un antisuero policlonal anti-*N. caninum* producido en cabra (VMRD) y un anti-*T. gondii* producido en conejo (proporcionado amablemente por el National Institute of Animal Health de Tsukuba, Japón), con incubación nocturna a 4°C. Se utilizó el anticuerpo se-

cundario LSAB2 System-HRP (DAKO) y para visualizar la reacción el cromógeno aminoetilcarbazon (DAKO) empleados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Además, se estudiaron el suero materno y de dos ovejas abortadas por ELISA comercial de competición y la técnica Inmunofluorescencia Indirecta que se considera positiva con título mayor a 1:50 para *N. caninum* y la técnica Hemoaglutinación indirecta con un título de corte mayor a 1:64 para *T. gondii*.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El feto remitido para estudio tenía aproximadamente 4 meses de gestación. A la observación microscópica presentaba a nivel del sistema nervioso central focos de necrosis con reacción glial. Además, se observó glositis linfocitocítica multifocal y pericarditis. La técnica inmunohistoquímica para *N. caninum* tuvo marcación positiva en hígado y sistema nervioso central y dos de los sueros remitidos fueron positivos al ELISA y a la inmunofluorescencia indirecta. Tanto la inmunohistoquímica como la serología para *T. gondii* fue negativa. En los estudios bacteriológicos no se detectaron otros patógenos causantes de abortos como *Bruceella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* ni *Clamidia spp.*

El presente trabajo demuestra por primera vez la presencia de la *N. caninum* asociada a abortos en ovinos de nuestro país. Es bien conocido a nivel mundial el rol de *T. gondii* como causa de abortos en ovinos y su importancia es mayor que la *N. caninum* (Hassing et al., 2003). En Uruguay se desconoce la prevalencia de ambas enfermedades. A nivel regional, en Argentina encontraron una mayor seroprevalencia en ovejas adultas para *N. caninum* (34,48%) y para *T. gondii* (59,10%) comparada con estudios realizados con anterioridad (Hecker et al., 2019). En Brasil en el año 2012 se describieron los primeros abortos por *N. caninum* en el Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Pinto et al., 2012) y Argentina el primer caso fue en el año 2019 en un rebaño de ovejas

Texel. Esto remarca la importancia de realizar estudios para conocer el grado de implicancia de la *N. caninum* en las pérdidas reproductivas en los rodeos ovinos.

### CONCLUSIÓN

El presente estudio describió por primera vez un aborto ovino causado por *N. caninum* en Uruguay. Se requieren investigaciones más profundas para continuar brindando información detallada y establecer el impacto de la neosporosis en ovejas con pérdidas reproductivas en establecimientos a nivel nacional.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bañales, P; Easton, C; Haritani, M; Kashiwazaki, Y; Paullier, C; Pizzorno, M. 1999. Aborto bovino por *Neospora caninum* en el Uruguay: Primer diagnóstico. *Veterinaria*, (34), 28-32.
- Bjerkås, I; Mohn, SF; Presthus, J.1984. Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and myositis in dogs. *Z Parasitenk*, (70), 271–274.
- Buxton, D; Maley, SW; Thomson, KM; Trees, AJ; Innes, EA. 1997. Experimental infection of non-pregnant and pregnant sheep with *Neospora caninum*. *J Comp Pathol*, (117), 1–16.
- Buxton, D; Maley, SW; Wright, S; Thomson, KM; Rae, AG; Innes, E. A. 1998. The pathogenesis of experimental neosporosis in pregnant sheep. *J Comp Pathol* (118), 267–279
- Dubey, JP; Carpenter, JL; Speer, CA; Topper, MJ; Uggla, A. 1988. Newly recognized fatal protozoan disease of dogs. *J Am Vet Med Assoc* (192), 1269–1285.
- Dubey, JP; Lindsay, DS.1990. *Neospora caninum* induced abortion in sheep. *J Vet Diagn Invest*, (2), 230–233.
- Dubey, JP; Lindsay, DS. 1996. A review of *Neospora caninum* and neosporosis. *Vet Parasitol*, 67(1-2), 1-59.
- Dubey, JP. 2003. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean J Parasitol*, 41(1), 1-16.
- Hassig, M; Sager, H; Reitt, K; Ziegler, D; Strabel, D; Gottstein, B. 2003. *Neospora caninum* in sheep: a herd case report. *Vet Parasitol*, 117(3), 213-220.
- Hecker, YP; Morrell, EL; Fiorentino, MA; Gual, I; Rivera, E; Dorsch, MA; Scioli, MV; Paolicchi, FA; Cantón, GJ; Moore, DP. 2019. Ovine abortion by *Neospora caninum*: First case reported in Argentina. *Acta Parasitol*, 64 (4), 950-955.
- McAllister, MM; McGuire, AM; Jolley, WR; Lindsay, DS; Trees, AJ; Stobart, RH.1996. Experimental neosporosis in pregnant ewes and their offspring. *Vet Parasitol*, (33), 647–655.
- Pinto, AP; Bacha, FB; Santos, BS; Driemeier, D; Antoniassi, NAB; Ribas, NLKS; Lemos, RAA. 2012. Sheep abortion associated with *Neospora caninum* in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Pesqui Vet Bras*, 32(8), 739-742.
- Thilsted JP; Dubey, JP. 1989. Neosporosis-like abortions in a herd of dairy cattle. *J Vet Diagn Invest*, (1), 205-209.

# DESCRIPCIÓN DE UN FOCO DE MANCHA (MIOSITIS CLOSTRIDIAL) EN BOVINOS EN EL LITORAL NOROESTE DEL URUGUAY

Pamela Freire<sup>1\*</sup>, Martín Belveder<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Yésica López<sup>1</sup>, Marcos Schanzembach<sup>1</sup>,

Edgardo Giannechini<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>

1- Laboratorio Regional Noroeste División de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino", Ruta 3 km 369, Paysandú, Uruguay.

\*Autor de referencia: pamelafreire13@gmail.com

## RESUMEN

Se describe un foco de Mancha en bovinos, ocurrido en octubre de 2021, en un establecimiento lechero del departamento de Río Negro. Murieron 4 terneros/as de un total de 40 animales (morbilidad 10%, letalidad 100%), sin inmunización previa contra Clostridiosis. El cuadro se presentó posterior a un traslado, encierro en mangas y dosificación. En la necropsia se observó lesiones en músculo esquelético a nivel de región escapular, pecho y ventral de cuello caracterizados por hemorragias, congestión y edema. En la histopatología en músculo esquelético se observó áreas de necrosis en fibras musculares y tejido intersticial, edema, hemorragias, infiltración por neutrófilos y presencia de bacilos Gram positivo compatibles con *Clostridium* spp. En base a datos epidemiológicos, hallazgos de necropsia y lesiones histopatológicas el cuadro es compatible con una Miositis Clostridial o Mancha.

## SUMMARY

An outbreak of blackleg in cattle occurred in October 2021, in a dairy farm in Río Negro county is described. Four calves of 40 died (morbidity 10%, lethality 100%), they had not received previous immunization against Clostridiosis. Cases happened after animals were moved to another field and confined to deworming. At necropsy, main lesions were found at skeletal muscle: scapular region, chest, and ventral neck, characterized by hemorrhages, congestion, and edema. Histopathology of muscle showed areas of necrosis in muscle

fibers and interstitial tissue, edema, hemorrhages, infiltration by neutrophils, and the presence of Gram-positive bacilli compatible with *Clostridium* spp. According to epidemiological data, gross and histopathological lesions, the condition is compatible with Clostridial myositis or blackleg.

## INTRODUCCIÓN

La Mancha o también conocida como carbunco sintomático, es una enfermedad infecciosa causada por *Clostridium chauvoei*, bacilo Gram positivo, anaerobio y esporulado. Es considerada habitualmente una enfermedad de los bovinos y ocasionalmente de los ovinos (Radostits et al, 2002). En los bovinos está limitada principalmente a animales jóvenes, entre 2 meses y 2 años (Radostits et al, 2002; Van Vleet y Valentine, 2007).

Se la define como una enfermedad endógena, ya que las esporas de este microorganismo ingresan al animal generalmente a través de la vía digestiva, y pasan a circulación sanguínea donde se distribuyen en distintos tejidos del organismo, especialmente en músculo estriado (Uzal, 2013).

Los traumas durante la juntada y otros manejos que se realizan en los animales son los principales factores predisponentes para que se produzca la enfermedad (Uzal, 2013). Presenta una mortalidad próxima al 100%, con muchos animales afectados en el transcurso de pocos días (Radostits et al. 2002).

El curso clínico puede ser agudo o subagudo. Cuando este es agudo generalmente no se llegan a visualizar síntomas clínicos. En los casos subagudos se manifiesta fiebre, decaimiento y cuando la lesión se ubica en los miembros hay claudicación, seguido de postración. A la palpación se pueden detectar crepitaciones debido al acumulo de gas generado por los m.o actuantes, dando “aspecto apolillado” a la zona muscular afectada. En esta también se observan cambios de color y temperatura, volviéndose azulada y fría (necrosis), una delgada línea roja hiperémica separa el tejido dañado del circundante (Uzal, 2013).

El objetivo de este trabajo es describir un foco de Mancha ocurrido en un lote de bovinos en octubre de 2021, diagnosticado por el Laboratorio Regional Noroeste, DILAVE “Miguel C. Rubino”.

## DESCRIPCIÓN DE CASO

El foco se registró en el departamento de Río Negro, en el mes de octubre de 2021, en un establecimiento lechero. Se afectaron 4 terneros/as de un total de 40 (10%), de raza Holando, diente de leche, con un peso promedio aproximado de 200-250 kg PV, a los cuales no se les había administrado vacuna contra Clostridiosis. Los animales fueron trasladados unos 3 km, luego se dosificaron y permanecieron encerrados durante dos días con suministro de ración. A partir de esto son llevados a un potrero de campo natural mejorado, contiguo a las instalaciones de trabajo allí los únicos síntomas registrados previa a la muerte fue claudicación, depresión y muerte. En la necropsia de todos los animales se observó lesiones extensas en masas musculares, a nivel de región escapular, pecho y ventral de cuello, caracterizadas por hemorragias, congestión y edema (Figura 1 A). A la palpación de estos músculos, se detectó crepitaciones, debido a la presencia de burbujas de gas entre las masas musculares (Figura 1 B).

Se remitió al laboratorio órganos refrigerados y en formol al 10% (músculo esquelético,

bazo, ganglio, corazón, rumen, riñón, SNC) de tres animales afectados para histopatología y bacteriología.

Para histopatología se cortaron piezas de los diferentes órganos fijados en formol bufferado al 10%. Los mismos fueron incluidos en parafina, cortados en secciones de 5 micras y teñidos con Hematoxilina- Eosina (H-E). Se realizó además en bloques de músculo esquelético tinción de Gram. Para bacteriología se cultivó en anaerobiosis en placa agar sangre muestras de músculo esquelético.

Al examen histopatológico se observó en los tres animales en músculo esquelético áreas de necrosis de las fibras musculares y del tejido intersticial, edema, hemorragias, infiltración de neutrófilos, y enfisema multifocal (Figura 1C). A la tinción de Gram se observaron bacilos Gram positivo, que por su morfología se tipificaron como *Clostridium* spp. (Figura 1D). El cultivo bacteriológico arrojó resultado negativo, ya que no hubo desarrollo de microorganismos compatibles con *Clostridium* spp.

## DISCUSIÓN

El diagnóstico de mancha se realizó en base a datos epidemiológicos, lesiones macroscópicas e histopatológicas. El foco se presentó en la estación primaveral, afectando básicamente animales jóvenes, coincidiendo en este caso, con lo mencionado por distintos autores (Radostits et al, 2002; Van Vleet y Valentine, 2007, Uzal, 2013). En este caso el rodeo carecía de inmunidad adquirida a través de vacunación. Sumado a esto se realizó manejo previo con movimiento a un campo próximo y dosificaciones, que probablemente hayan desencadenado el cuadro en los animales.

Entre el hecho que desencadenó el cuadro (dosificación, traslado) y la muerte de los animales transcurrieron 2 a 3 días. Si bien lo más común a nivel de campo es encontrar los animales muertos, en este caso se visualizaron síntomas como claudicación y depresión, tal como lo describen (Uzal, 2013; Van Vleet y Va-



lentine, 2007; Radostits et al, 2002).

En la necropsia se observó en las masas musculares, lesiones con cambio de coloración y la presencia de pequeñas burbujas de gas producidas por el microorganismo actuante. A la palpación se detectaban crepitaciones, como lo detallan (Uzal, 2013; Van Vleet y Valentine, 2007). La histopatología se caracterizó por mionecrosis, edema, enfisema e infiltración moderada de neutrófilos. Estos hallazgos brindan un diagnóstico presuntivo de aceptable precisión (Radostits et al, 2002; Uzal, 2013).

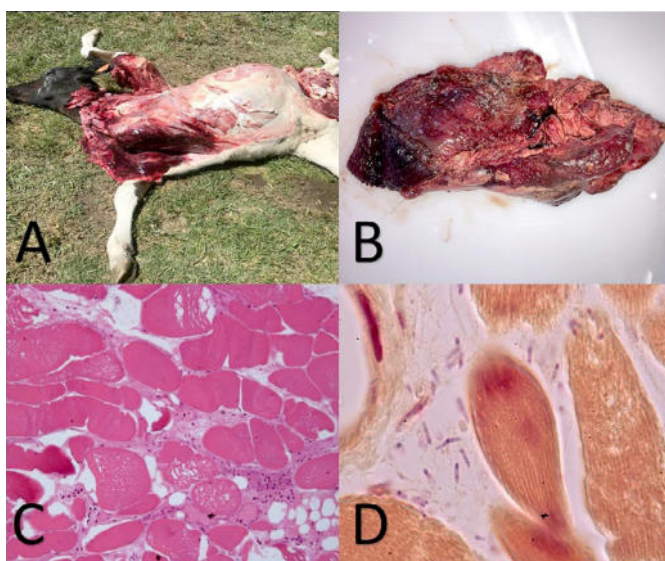


Figura 1 A: Bovino, lesiones en masas musculares de la región escapular, pecho y ventral de cuello. B: Músculo esquelético, edema difuso, hemorragias multifocales y coloración negra multifocal del músculo y presencia de burbujas de gas. C: Músculo esquelético: áreas de necrosis multifocales de las fibras musculares y tejido intersticial, edema, hemorragias, infiltración por neutrófilos H-E, 150x. D: Músculo esquelético: presencia de bacilos Gram positivo, con espora subterminal compatible con *Clostridium spp.* Gram, 600x

## CONCLUSIONES

Los datos epidemiológicos, hallazgos de necropsia y lesiones histopatológicas, fueron compatibles con un cuadro de miositis clostridial (mancha). La vacunación es una herramienta fundamental para la prevención de la enfermedad. Debería recomendarse la misma previo a realizar diferentes manejos de categorías susceptibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Grant Maxie M(2007) Muscle and tendón. J. F. Van Vleet, B. A. Valentine. *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. (5° ed, Vol 1, pp 261-266) Philadelphia: ELSEVIER.

Radostits O.M, Gay C.C, Blood D.C, Hinchcliff K.W. (2002) Enfermedades causadas por bacterias- II. O.M.Radostits, C. C. Gay, D.C. Blood, K.W.Hinchcliff. *Medicina Veterinaria tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. (9° ed, Vol 1, pp 902-905). Madrid: McGraw-Hill-Internacional de España, S.A.U

Uzal,F.A. (2013). Enfermedades clostridiales de los rumiantes, con especial énfasis en bovinos. Parte 2: enfermedades histotóxicas y neurotóxicas. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornadas Uruguayas Buiatría (Vol. XL1, pp.68-70). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú

# EL NIVEL DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL MOMENTO DEL DÍA INFLUYEN EN LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE METABOLITOS Y PROGESTERONA EN VACAS HOLSTEIN

*Cecilia Prieto<sup>1</sup>, Alicia Félix<sup>1</sup>, Juan Pablo Damián<sup>2</sup>, Ana Meikle<sup>3</sup>, Javier Paniza<sup>1</sup>,*

*Guillermo Canova<sup>1</sup>, Juan Manuel Ramos<sup>1</sup>, Victoria de Brun<sup>3</sup>*

1- Esc. Superior de Lechería Colonia Suiza, DGETP-UTU, ITRSO, UTEC

2- Departamento de Biociencias Veterinarias, Facultad de Veterinaria, UdelaR

3- Lab. de análisis clínicos y endocrinología y metabolismo animal, Facultad de Veterinaria, UdelaR

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar cómo varían las concentraciones en sangre de progesterona (P4),  $\beta$ hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (AGNE), colesterol y glucosa con respecto al momento del día. Se utilizaron vacas de entre 1 a 4 lactancias ( $n=14$ ) con menos de 120 días de gestación, con el fin de que la P4 fuese solo de origen lútea. Se tomaron las muestras de sangre durante 3 días consecutivos y en 4 momentos diferentes del día: posterior al pastoreo de la noche y antes del ordeño de la mañana, luego del ordeño de la mañana que coincide con el consumo de concentrado en la sala de ordeño, posterior al pastoreo del día y antes del ordeño de la tarde y por último después del ordeño de la tarde y el consumo de concentrado en la sala de ordeño. La hora del día y el nivel de producción afectó las concentraciones plasmáticas de P4 ( $p=0,02$ ), BHB ( $p<0,0001$ ), Colesterol ( $p=0,03$ ) y tendió a afectar las concentraciones de glucosa ( $p=0,10$ ). Se encontró que las concentraciones de P4, BHB y Colesterol varían a lo largo del día, y que estas variables se encuentran más elevadas en vacas con mayores niveles de producción de leche.

## SUMMARY

This study evaluated how the blood concentrations of progesterone (P4),  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHB), non-esterified fatty acids (NEFA), cholesterol (CHOL) and glucose (GLU) vary with respect to the time of day. Cows ( $n=13$ ) with less than 120 days of gestation and between 1 and 4 lactations were used, so that P4

was only luteal. Blood samples were taken for 3 consecutive days and at 4 different times of the day, after grazing at night and before milking in the morning, after milking in the morning, coinciding with the consumption of concentrate in the milking parlor, after the grazing of the day and before the afternoon milking and finally after the afternoon milking and the consumption of concentrate in the milking parlor. The time of day and the level of production affected or tended to affect the plasma concentrations of P4 ( $p=0.02$ ), BHB ( $p<0.0001$ ), Cholesterol ( $p=0.03$ ) and Glucose ( $p=0.10$ ). In conclusion, P4, BHB and Cholesterol concentrations were modified with the time of day. Also, cows with greater milk production presented higher concentrations of these parameters.

## INTRODUCCIÓN

Las vacas lecheras experimentan varios cambios metabólicos y fisiológicos durante el transcurso de la lactancia. Se ha reportado que el aumento del flujo sanguíneo y metabolismo hepático resultado del incremento del consumo y asociado a la alta producción de leche, se asocia a una mayor depuración de P4 y menores niveles circulantes de la misma [1]. Asimismo, si bien se ha observado que existen variaciones diarias en la concentración de metabolitos, la información disponible en vacas lecheras se ha concentrado en sistemas de producción en confinamiento con dietas totalmente mezcladas, no habiendo encontrado información disponible en sistemas pastoriles, teniendo en cuenta la producción de leche del animal. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar si la concentración plasmática

de P4, AGNE, BHB, Glucosa y Colesterol varían en el día respecto a la hora de ingesta de la comida en vacas en dos niveles de producción de leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la unidad de lechería de la Escuela Superior de Lechería de Colonia Suiza, en setiembre 2021. Se utilizaron vacas de raza Holando, se seleccionaron 14 vacas que estuviesen con gestación temprana (<120días). Diariamente durante 3 días consecutivos se colectó sangre en 4 momentos estratégicos del día, teniendo en cuenta la alimentación: 1 - matutino, 30 a 60 minutos luego del consumo de forraje (pastoreo) y previo al ordeño, 2 - matutino, 30 a 60 minutos luego del consumo de concentrado (en el ordeño), 3 - vespertino, 30 a 60 minutos luego de la sesión pastoreo (y previo al ordeño), y 4 - vespertino, 30 a 60 minutos luego del ordeño. Se registró la producción de leche diariamente y se realizó el promedio de los tres días, vacas con producción de leche mayor a 24 L fueron consideradas de alta producción, y vacas con una producción menor a 24 L fueron consideradas de baja producción. Las muestras se centrifugaron y el plasma se almacenó a -20 °C hasta su procesamiento. Se determinaron las concentraciones de P4 por quimioluminiscencia (Immulate 1000), y BHB, AGNE, Colesterol y Glucosa por espectrofotometría utilizando el Vitalab Spectra. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento mixto del Software SAS, con el momento del día, el nivel de producción y los días en leche como efectos fijos y la vaca y días como efectos aleatorios. Se consideró significativo cuando  $p < 0.05$  y tendencia cuando  $0.05 < p < 0.10$ .

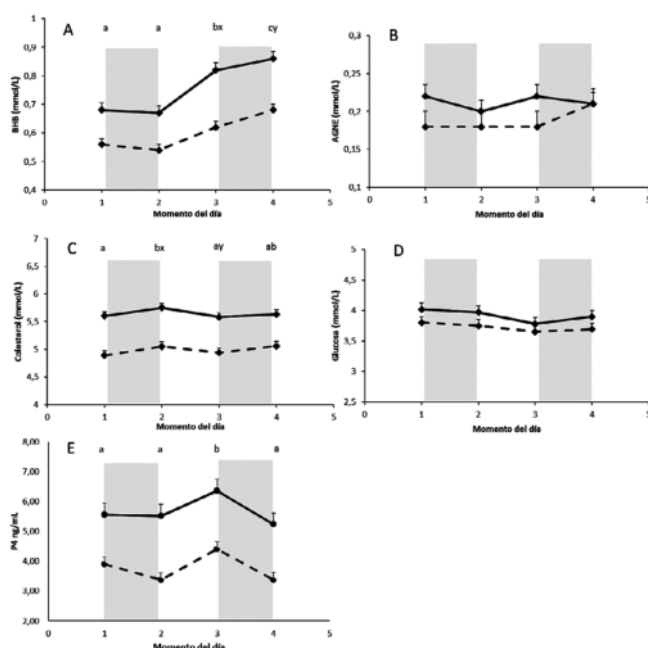
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de P4, BHB y Colesterol variaron de acuerdo al momento del día ( $p = 0,0001$ ;  $0,0001$  y  $0,03$ , respectivamente) y la concentración de Glucosa tendió a verse afectada ( $p = 0,09$ ) por el momento del día (Fig. 1). Animales con alta producción de

leche presentaron mayores concentraciones de P4 ( $5,67 \pm 0,29$  ng/mL vs  $3,77 \pm 0,29$  ng/mL,  $p = 0,0001$ ), BHB ( $0,76 \pm 0,02$  mmol/L vs  $0,62 \pm 0,02$  mmol/L,  $p = 0,0001$ ), Colesterol ( $5,6 \pm 0,07$  mmol/L vs  $4,9 \pm 0,04$  mmol/L,  $p = 0,03$ ) y tendieron a presentar mayor concentración de Glucosa ( $3,9 \pm 0,08$  mmol/L vs  $3,6 \pm 0,05$  mmol/L,  $p = 0,06$ ) que los de baja producción. No hubo significativa interacción entre el momento del día y el nivel de producción en ninguna de las variables analizadas.

Las concentraciones de BHB asociadas con el ritmo circadiano se encuentran en concordancia con lo reportado previamente [2]. El aumento de BHB en el momento 3 se podría explicar por una mayor síntesis de cuerpos cetónicos en el epitelio ruminal, inducido por el consumo de alimento [3,4,5]. Asimismo, se ha reportado que el consumo de alimentos ricos en lípidos incrementa las concentraciones sanguíneas de colesterol [6,7], consistente con lo observado al momento 2, luego del consumo del suplemento energético. Posiblemente la cantidad de alimentos ricos en lípidos que

Fig. 1: A)  $\beta$ hidroibutirato (BHB), B) ácidos grasos no esterificados (AGNE), C) Colesterol, D) Glucosa, E) Progesterona (P4). Las diferencias entre los diferentes momentos del día se muestran con diferentes letras. — Vacas con mayor nivel de producción. - - - Vacas con menor nivel de producción. Las barras grises corresponden al momento del ordeño: entre 1 y 2 ordeño AM y entre 2 y 4 ordeño PM.



## REFERENCIAS

reciben a nivel de pastoreo no es suficiente para provocar un aumento en las concentraciones de este metabolito, como se observa en los momentos 3 y 4. Los altos niveles de P4 encontrados al momento 3 se podrían explicar por un metabolismo hepático y flujo sanguíneo disminuido en este momento del día, como se desprende de los resultados de colesterol y la tendencia encontrada en glucosa.

Se puede sugerir que los animales con mayor producción de leche, con una alimentación basada en pastoreo, presentan una estrategia metabólica diferente utilizando el BHB como sustrato energético para lograr mantener altos niveles de producción. En este sentido, los animales de mayor producción también presentaron altos niveles de glucosa respecto a los animales de menor producción, lo cual puede explicarse por una mayor demanda de la gluconeogénesis hepática para la síntesis y secreción de leche. Por otro lado, nuestros resultados rechazan la hipótesis de que la alta producción en vacas lecheras se asocia con una menor concentración plasmática de P4 que explicaría la baja fertilidad de vacas con alto mérito genético [1]. Se ha reportado que la insulina estimula la síntesis de P4 en las células luteales [8], por lo que se podría sugerir que los mayores niveles de glucosa en animales de alta producción inducen niveles de insulina más elevados, promoviendo una mayor síntesis de P4. Asimismo, el colesterol es un precursor de los esteroides, por lo que la mayor concentración de este metabolito también puede estar ejerciendo un efecto positivo en los niveles de P4 en vacas de alta producción [7].

En conclusión, se encontró que las concentraciones plasmáticas de P4, BHB y Colesterol varían a lo largo del día, con respecto a la hora de ingesta de comida, y que estas variables se encuentran más elevadas en vacas con mayores niveles de producción, respecto a vacas de menor producción de leche.

[1] Sangsritavong S, Combs DK, Sartori R, Armentano LE, Wiltbank MC. 2002. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 85 :2831- 2842.

[2] Mareike Couperus A 1, Schroeder F, Klukas R, Huber J, Wittek T, Peham JR. 2021. Influence of Different Lactation Stages on Circadian Rhythmicity of Metabolic Biomarkers in Dairy Cows: A Pilot Study. 11 (4): 1043.

[3] Blum JW, Bruckmaier RM, Vacher PY, Mürnger A, Jans F. 2000. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed triglycerides and free fatty acids. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*. 47(1): 43-60.

[4] Soutto JP, Carriquiry M, Chilbroste P, Astessiano AL, García-Roche M, Trijillo AI. 2020. Short-term feed intake regulation of dairy cows fed a total mixed ration or grazing forage oats. *Anim Prod Sci*, 60: 1153-1162.

[5] Nikkhah A. 2014. Review: Ruminant feed intake regulation evolution: chronophysiological rhythms perspectives. *Biological Rhythm Research* 45, 563–577

[6] Grummer, R.R.; Carroll D.J. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science* 69(9): 3838-3852.

[7] Lammoglia, M.A.; Willard, S.T.; Oldham, J.R.; Randel, R.D. 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and hormonal cholesterol, triglycerids, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *Journal Animal Science* 74(4):2253-2262.

[8] Wathes, D.C., Perks, C.M., Davis, A.J., Denning-Kendall, P.A., 1995. *Biol.Reprod.* 53, 882–889.



# DETERMINACIÓN DE AGENTES PATÓGENOS ASOCIADOS A INFERTILIDAD Y ABORTO EN VAQUILLONAS HOLANDO

*Ignacio Lluberas<sup>1</sup>, Valentina Skuras<sup>1</sup>, Laureana De Brun<sup>1\*</sup>, Paulina Meny<sup>1</sup>, Felipe Schelotto<sup>2</sup>,*

*Rodrigo Puentes<sup>1</sup>.*

1- Instituto de Patobiología, Unidad de Microbiología, Facultad de Veterinaria, UdelaR.

Ruta 8 y 102 Km 18 Montevideo, Uruguay.

\* laureanadebrun@gmail.com

2- Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, UdelaR

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la asociación entre los principales patógenos y la falla reproductiva en vaquillonas Holando. Para esto se trabajó con un rodeo con inseminación artificial en un establecimiento de cría de vaquillonas Holando. Se conformaron tres grupos de animales: un grupo control de vaquillonas que resultaron preñadas al diagnóstico de gestación, un grupo de vaquillonas que resultaron vacías (no gestadas) y un grupo de vaquillonas que abortaron durante el periodo de estudio. Se determinó mediante serología, empleando las técnicas de ELISA indirecto, Seroneutralización (SN) *in vitro* y Microaglutinación en placa (MAT), la presencia de anticuerpos contra Herpesvirus bovino 1 - BoHV-1 (IBR), Diarrea viral bovina (DVB), Leucosis bovina enzoótica (BLV), *Neospora caninum* y *Leptospira spp.* Además, mediante Nested-PCR se diagnosticó BoHV-4 y a los animales que resultaron serológicamente negativos a DVB, se les realizó PCR para descartar la presencia de animales persistentemente infectados (PI). Del total de vaquillonas que abortaron (n=59) el 67,3% resultaron positivas a BLV, mientras que 48,3% resultaron positivas en el grupo de las que mantuvieron la gestación (n=31); y el 68,5% del grupo de abortadas fueron positivas a *Neospora*, mientras que 27,6% resultaron positivas en el grupo de las que mantuvieron la gestación. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la condición de aborto y la presencia de estos agentes (p=0,034 y p=0,006 respectivamente). Por otra parte, se evidenció una alta positividad en el rodeo a DVB en los tres grupos de estudio. No se pudo determinar una asociación estadística

para la causalidad de infertilidad. A partir de los resultados obtenidos se concluyó que ninguno de los agentes estudiados tuvo el potencial por sí mismo para ser el causante de la infertilidad/ aborto, siendo necesarios más estudios sobre la temática para lograr comprender estas fallas reproductivas.

## SUMMARY

The objective of this study was to analyze the association between the main pathogens and reproductive failure in Holando heifers. For this purpose, we worked with a rodeo with artificial insemination in a breeding establishment of Holando heifers. Three groups of animals were formed: a control group of heifers that were pregnant at the diagnosis of gestation, a group of heifers that were empty (not pregnant) and a group of heifers that aborted during the study period. Serology was used to determine the presence of antibodies against bovine herpesvirus 1 - BoHV-1 (IBR), bovine viral diarrhea (DVB), enzootic bovine leukosis (BLV), using indirect ELISA techniques, *in vitro* seroneutralization (SN) and plate microagglutination (MAT), *Neospora caninum* and *Leptospira spp.* In addition, BoHV-4 was diagnosed with Nested-PCR and PCR was performed on animals that were serologically negative for BVD to rule out the presence of persistently infected animals (PI). Of the total number of heifers who aborted 67.3% were positive for BLV, while 48.3% were positive for those who maintained pregnancy; and 68.5% of this group were positive for *Neospora*, while 27.6% were positive in the group of those who maintained gestation. A statistically significant association was found between the abortion condition and the presen-

ce of these agents ( $p=0.034$  and  $p=0.006$  respectively). On the other hand, there was a high positivity in the rodeo to DVB in the three study groups. No statistical association could be determined for infertility causality. Based on the results obtained, it was concluded that none of the agents studied had the potential by itself to be the cause of infertility/abortion, being necessary more studies on the subject to understand these reproductive failures.

## INTRODUCCIÓN

En Uruguay, las pérdidas reproductivas han sido identificadas como problemas relevantes en la ganadería de cría a nivel nacional y a pesar de que pueden deberse a una multiplicidad de causas, los agentes infecciosos con conocido o potencial efecto sobre la reproducción, no han sido exhaustivamente explorados. Se debe considerar que el correcto diagnóstico etiológico de las fallas reproductivas ya sea infertilidad y/o aborto es fundamental para controlar y prevenir estas pérdidas, que impactan no solo en la economía del productor, sino también en la salud pública, considerando que algunos de los microorganismos causales de estas patologías en bovinos son zoonóticos. En cuanto a los agentes etiológicos involucrados en estas fallas reproductivas, podemos mencionar al virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR-BoHV-1), el virus de la diarrea viral bovina (vDVB), y el gammaherpesvirus tipo 4 (BoHV-4), la Leptospirosis y Neosporosis. Sumado a esto puede presentarse en conjunto enfermedades virales inmunosupresoras que pueden jugar un papel clave, tales como el virus de la Leucosis bovina (BLV) y vDVB.

Partiendo de rodeos con óptimas condiciones de alimentación y aptos para el inicio de la reproducción, la hipótesis de este estudio se basó en que existe una asociación entre los agentes nombrados con el estado de infertilidad o la causalidad del aborto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de sangre extraídas

de la vena coccígea de un rodeo de vaquillonas Holando de 14 meses de edad de un Campo de Recría ubicado en el departamento de Florida (Uruguay), seronegativo para Brucelosis, pertenecientes a un mismo lote de animales que ingresaron al periodo reproductivo 2021 (inseminación artificial). Luego del diagnóstico de gestación se conformaron tres grupos de estudio, uno de vaquillonas vacías ( $n=22$ ), otro de vaquillonas preñadas ( $n=31$ ) y otro de vaquillonas abortadas ( $n=59$ ). Las muestras fueron obtenidas en tubos secos y tubos con anticoagulante (EDTA), se refrigeraron y almacenaron a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Se detectaron en suero mediante ELISA anticuerpos anti-gp51 para BLV, anticuerpos anti-DVB, y anticuerpos anti-*N. caninum*, y mediante seroneutralización para el BoHV-1. Se utilizó la técnica MAT en la detección en suero de anticuerpos para 12 serovares de *Leptospira* de importancia en bovinos. A los animales que no se detectaron Ac. Anti-DVB ( $n=3$ ), se les realizó PCR en suero para detección de antígeno del vDVB. Además, se realizó Nested-PCR para BoHV-4, detectando los fragmentos del gen que codifica para la glicoproteína B (161pb).

Se realizó un análisis descriptivo de los resultados y la asociación entre la presencia de cada patógeno y el resultado reproductivo mediante la prueba de Chi cuadrado (STATA V14).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron positivas a BLV el 67,3% de las vaquillonas que abortaron durante el período de estudio, mientras que el 68,5% de este grupo también fueron positivas a Neospora, encontrando para ambas enfermedades una asociación estadísticamente significativa ( $p=0,034$  y  $p=0,006$  respectivamente) (Tabla 1).

Es de destacar la alta positividad en el rodeo a DVB, habiendo tan solo 3 animales negativos lo cual representa un 97,3% de prevalencia. En estos animales que fueron serológicamente negativos a DVB se les realizó PCR buscando la presencia de animales persistentemente infectado (PI). Se encontró un PI, lo que indica

la circulación viral (Lértora 2016) en el rodeo estudiado y explica la alta prevalencia a DVB en el mismo. El problema de estos animales es que excretan enormes cantidades de virus y de forma constante a lo largo de su vida, repercutiendo precisamente en los índices reproductivos del rodeo de cría (Khodakaram-Tafti y Farjanikish 2017; Moennig y Becher 2018). Esta podría ser la causa de las pérdidas encontradas en este ensayo (55 abortos), aunque es difícil de demostrar por la alta seroprevalencia.

En bovinos, los virus son una de las causas más comunes de inmunosupresión en condiciones de campo. En ese sentido, es sabido que BLV así como DVB son las enfermedades virales inmunosupresoras más prevalentes en bovinos en nuestro país, permitiendo que otros patógenos afecten la producción y reproducción de los animales (Mionetto Cabrera y Rodríguez Terra 2018). Ambas infecciones generan un estado de disfunción temporal o permanente del sistema inmunológico de varias células, especialmente linfocitos y células mononucleares (Muneer et al. 1988), que resulta en una respuesta inmune inapropiada y un aumento en la susceptibilidad hacia los agentes patógenos (Dohms and Saif 1984).

Por lo que en el grupo de vaquillonas abortadas el estado de inmunosupresión inducido por las virosis (BLV y DVB) puede haber tenido un efecto directo entre la presencia de Neospora y la posterior causalidad del aborto. Para el grupo de vaquillonas vacías no se encontraron asociaciones significativas entre las enfermedades estudiadas. Se debe considerar que el diagnóstico etiológico del aborto bovino es complejo, requiriendo de exámenes en

el laboratorio de muestras como fetos, suero, sangre entera y placentas de vaquillonas abortadas, sumado al examen patológico macroscópico e histológico y una amplia variedad de pruebas microbiológicas para la detección de los agentes infecciosos abortigénicos; más aún el diagnóstico de infertilidad, que lo observable son repeticiones de celo o la presencia de vacas falladas al diagnóstico de gestación, poco diagnosticado. Es así que se transforman los métodos de diagnóstico en puntos claves en los programas de control de esta problemática.

Por otra parte, los resultados obtenidos para BoHV-4 en el rodeo fue de 31,3% (31/99) fueron similares a lo descrito por Cvetojević et al. (2016), donde analizaron su presencia en vacas abortadas (21% de positividad). No se encontraron diferencias entre los grupos (Tabla 1). Este patógeno ha sido recientemente detectado en nuestro país, vinculándose al aborto bovino (De Brun et al. 2020), pero en el presente ensayo no se pudo demostrar el rol de este virus en la performance reproductiva de los bovinos estudiados, por lo que se requiere de más investigaciones para lograr comprenderlo. Se estudió en 65 animales la seropositividad a *Leptospira*, siendo un 53,8% de los animales del rodeo positivos. El título de corte utilizado para clasificar a los bovinos como positivos fue de mayor o igual a 1/200 (recomendados por el DILAVE - MGAP). Es de destacar la presencia de *Leptospira borgpetersenii serovar Castellonis*, el cual si bien se encontró en un 26.5% de vaquillonas serológicamente positivas, lo cual no tuvo asociaciones significativas, esto hace pensar que puede estar implicada en estas fallas reproductivas al no encontrarse contemplado en ninguna de las

Tabla 1: Resultados para Leucosis, Neosporosis y Herpesvirus tipo 4 según grupo

	BLV		Neospora		BoHV-4	
	P (+)	N (-)	P (+)	N (-)	P (+)	N (-)
Abortadas	67,3% <sup>a</sup> (37/55)	32,7% (18/55)	68,5% <sup>b</sup> (37/54)	31,5% (17/54)	32% (16/50)	68% (34/50)
Vacías	63,6% (14/22)	36,4% (8/22)	52,4% (11/21)	47,6% (10/21)	19% (4/21)	81% (17/21)
Preñadas	48,3% (14/29)	51,7% (15/29)	27,6% (8/29)	72,4% (21/29)	39,3% (11/28)	60,7% (17/28)

a: p= 0,034; b: p= 0,006

vacunas comerciales, considerando además el posible impacto zoonótico de la misma. En resumen, este trabajo demostró las condiciones de salud de un rodeo de vaquillonas “tipo” de Uruguay, dejando abierta la discusión sobre uso de la serología para el diagnóstico de causas infecciosas que repercuten en la reproducción, así como reafirmando la presencia de BoHV-4 en el país y la importancia de la detección de rastrear animales persistentemente infectados con DVB. Continuar investigando en esta temática resultará fundamental para comprender la dinámica de infección de estos agentes y poder mejorar la eficiencia productiva de los establecimientos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Brun, Laureana, Valeria da Silva, Cecilia Castro, Lucía Rivero, Marcos Mionetto, Federico Rodríguez, Fabrício Campos, and Rodrigo Puentes. 2020. “Detección de Herpesvirus Bovino 4 (BoHV-4) En Rodeos Lecheros de Uruguay.” *Veterinaria* 56 (213). [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-48092020000101202&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-48092020000101202&script=sci_arttext&tlng=pt).
- Cvetojević, Đ., B. Savić, V. Milićević, B. Kureljušić, N. Jezdimirović, D. Jakić-Dimić, M. Pavlović, and Lj Spalević. 2016. “Prevalence of Bovine Herpesvirus Type 4 in Aborting Dairy Cows.” *Polish Journal of Veterinary Sciences* 19 (4): 731–36.
- Dohms, J. E., and Y. M. Saif. 1984. “Guest Editorial: Criteria for Evaluating Immunosuppression.” *Avian Diseases* 28 (2): 305–10.
- Khodakaram-Tafti, A., and G. H. Farjanikish. 2017. “Persistent Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) Infection in Cattle Herds.” *Iranian Journal of Veterinary Research* 18 (3): 154–63.
- Lértora, W. J. 2016. “Diarrea viral bovina: actualización.” *Revista Veterinaria* 14 (1): 42–51.
- Mionetto Cabrera, Marcos, y Adrián Federico Rodríguez Terra. 2018. “Asociación entre leucosis bovina enzoótica y la respuesta inmune humoral natural contra enfermedades infecciosas de interés reproductivo.” <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/25172>.
- Moennig, Volker, and Paul Becher. 2018. “Control of Bovine Viral Diarrhea.” *Pathogens* 7 (1). <https://doi.org/10.3390/pathogens7010029>.
- Muneer, M. A., I. O. Farah, J. A. Newman, and S. M. Goyal. 1988. “Immunosuppression in Animals.” *The British Veterinary Journal* 144 (3): 288–301.



# DIAGNÓSTICO PRECOZ DE NEUMONÍA EN TERNERAS Y EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA AL TRATAMIENTO MEDIANTE SEGUIMIENTO CLÍNICO Y ULTRASONOGRÁFICO

Beatriz Almeida <sup>1\*</sup>, María Jesús Crucci <sup>1\*</sup>, Omar Bellenda <sup>2</sup>, Luis Albornoz <sup>3</sup> y Stephanie Lara <sup>3</sup>

1- Profesional libre, Uruguay

2- Especialista en Ultrasonografía.

3- Unidad Académica Salud de los Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 km 18, Montevideo. Uruguay.

\* Autores de correspondencia: beatrizal42@gmail.com y mariacrucci90@gmail.com

## RESUMEN

La Enfermedad Respiratoria Bovina es una patología multifactorial de gran importancia en los establecimientos lecheros. Los objetivos de este estudio fueron determinar la prevalencia de neumonía clínica y subclínica de terneras de cría y evaluar la respuesta al tratamiento mediante seguimiento clínico y ultrasonográfico en tres tambos en la Cuenca Lechera Sur del Uruguay. La población inicial fue de 355 terneras, de las cuales 46 se trataron con antibiótico y antiinflamatorio dado que presentaban signos clínicos y/o lesiones pulmonares compatibles con neumonía detectadas por ultrasonografía. Se evaluó la respuesta del tratamiento en base a la evolución de los animales. La prevalencia de neumonía considerando a los animales enfermos clínicos y subclínicos fue de 10,4%, 39,4% y 10,1% para los Tambos N° 1, 2 y 3, respectivamente. El 63,1% de las terneras tratadas eran asintomáticas. El 56,5% de las terneras tratadas mejoraron luego de la aplicación del tratamiento. Se concluye que la evaluación clínica de los animales combinada con el uso de ultrasonografía pulmonar puede utilizarse con éxito para el diagnóstico precoz de neumonía en terneras y para evaluar la respuesta al tratamiento.

## SUMMARY

Bovine Respiratory Disease is a multifactorial pathology of great importance in dairy farms. The objectives of this study were to determine the prevalence of clinical and subclinical pneumonia in rearing calves and to evaluate the response to treatment through clinical and

ultrasonography follow-up in three dairy farms in the South Dairy Basin of Uruguay. The initial population was 355 calves, of which 46 were treated with antibiotics and anti-inflammatories since they presented clinical signs and/or pulmonary lesions compatible with pneumonia detected by ultrasonography. Treatment response was evaluated based on the evolution of the animals. The prevalence of pneumonia considering clinical and subclinical sick animals was 10.4%, 39.4% and 10.1% for Farms N° 1, 2 and 3, respectively. 63.1% of the calves were asymptomatic. 56.5% of the treated calves improved after the application of the treatment. It is concluded that the clinical evaluation of the animals combined with the use of pulmonary ultrasonography can be used successfully for the early diagnosis of pneumonia in calves and to evaluate the response to treatment.

## INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Respiratoria Bovina (ERB) es una patología multifactorial que produce pérdidas importantes en los tambos del Uruguay debido al incremento en los costos por tratamientos y disminución de la ganancia de peso de los terneros (Rivero y col., 2013). Según Stöber (2015) la morbilidad de esta enfermedad puede durar varias semanas alcanzando en algunos casos el 80%; su mortalidad oscila entre 5 y 20%. Para realizar el diagnóstico clínico de la ERB en terneros se pueden evaluar distintos indicadores como ser la temperatura rectal, tos, secreción nasal, secreción ocular y sensorio (orejas caídas) (McGuirk, 2008). Cabe considerar que un porcentaje importante de terneros cursan la enfermedad de manera

asintomática (Ollivett, 2014). La ecografía torácica es un método de diagnóstico útil para identificar la presencia de lesiones pulmonares compatibles con neumonía y permite detectar los enfermos subclínicos (Flöck, 2004). Por su parte, a nivel colectivo permite identificar poblaciones específicas en riesgo, monitorear la prevalencia y gravedad de la enfermedad a lo largo del tiempo y evaluar los impactos de las medidas de manejo y tratamientos aplicados (Ollivet y Buczinski, 2016). La ultrasonografía pulmonar es una técnica no invasiva de muy fácil implementación ya que puede realizarse a campo, sobre terneros jóvenes de pie (Hussein y col., 2018). Otro beneficio de esta técnica es que cada vez son más los veterinarios que utilizan el ecógrafo para diagnóstico de gestación y dado que la sonda necesaria para evaluar el pulmón es la misma que la requerida para reproducción bovina (Constable y col., 2017) no es necesario invertir en nuevo equipamiento. Con la incorporación del ultrasonido como método de diagnóstico de rutina en la cría y recría de terneros se incrementarían las fuentes de trabajo para los profesionales. A pesar de todas estas ventajas no existen publicaciones en nuestro país que reporten los resultados favorables del uso de la ultrasonografía pulmonar obtenidos en otras partes del mundo (Buczinski y col., 2015; Teixeira y col., 2017). Se consideró importante llevar a cabo esta investigación con el objetivo de determinar la prevalencia de neumonías clínicas y subclínicas en tres establecimientos lecheros del país y evaluar la respuesta al tratamiento basados en el diagnóstico temprano de la enfermedad mediante ultrasonografía pulmonar como complemento del examen clínico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en tres establecimientos lecheros ubicados en San José (Tambo N°1), Canelones (Tambo N°2) y Florida (Tambo N°3), durante la primavera de 2020 y otoño-invierno de 2021, los cuales tenían antecedentes de neumonía durante la crianza de las terneras. La presente investigación fue aprobada por la CEUA de Facultad de Veterinaria con

el N° de expediente 1252. La población inicial fue de 355 terneras mayores a 4 semanas y previo al ingreso a la recría. En cada visita se trasladaron a las mangas un grupo de 12 a 20 terneras a las cuales se les realizó un examen clínico basado en la puntuación de signos de neumonía descrita por McGuirk (2008) y diagnóstico ultrasonográfico en ambos lados del tórax. Para el abordaje del pulmón se delimitó entre los espacios intercostales 2° a 10° del lado derecho y del 4° al 9° espacio intercostal del lado izquierdo de cada ternero, pasando el transductor con orientación de dorsal a ventral. En esas zonas se aplicó como acoplador acústico al Alcohol etílico al 70 % directamente sobre la superficie pilosa y se utilizó un transductor lineal rectal de 6.5 MHz (Sonowin, Modelo V9, China). Las imágenes fueron almacenadas en la memoria interna del equipo y los tipos de lesiones se clasificaron de acuerdo con el sistema de puntuación detallado en Adams y Buczinski (2016). Se utilizó una planilla de campo para registrar la ubicación de la lesión (pulmón derecho o izquierdo; cuadrante superior, medio o inferior), tamaño (cm y espacios intercostales que abarca) y tipo de lesión (cola de cometa o pulmón consolidado). De acuerdo con los resultados cada ternera se clasificó dentro de uno de los siguientes grupos: Grupo 1: Con puntuación 0 según score clínico (sin signos) y sin lesiones compatibles con neumonía por ultrasonografía. Grupo 2: Con puntuación menor a 5 según score clínico y sin lesiones compatibles con neumonía por ultrasonografía. Grupo 3: Con puntuación menor a 5 según score clínico y con lesiones compatibles con neumonía por ultrasonografía. Grupo 4: Con puntuación mayor a 5 según score clínico y sin lesiones compatibles con neumonía por ultrasonografía. Grupo 5: Con puntuación mayor a 5 según score clínico y con lesiones compatibles con neumonía por ultrasonografía. No se realizó tratamiento a aquellos animales clasificados dentro de los Grupos 1 y 2. A las 46 terneras clasificadas en los Grupos 3, 4 y 5 se les administró, según disponibilidad de cada tambo, Tilmicosina y Flunixin meglumina juntos en una misma formulación (Tilmic plus® a una dosis de 10mg/kg, vía SC) o la administración

separada de Florfenicol (Flomic 30%® a una dosis de 20mg/kg, vía SC) y Flunixin meglumina (Flunimic® a dosis de 1,1mg/kg, vía IM). Las terneras tratadas fueron nuevamente monitoreadas dentro los 10 a 15 días posteriores para evaluar la respuesta al tratamiento. Se consideró que la respuesta fue positiva cuando se detectó una reducción del tamaño del foco de consolidación o la ausencia de lesiones pulmonares y una respuesta negativa cuando no hubo cambios o la lesión pulmonar se agravó. Se estimó la prevalencia de neumonía en los tres tambos y en base a la evolución clínica y ecográfica se definió el pronóstico luego del tratamiento.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el marco de esta investigación se empleó por primera vez en el país la ultrasonografía pulmonar como una herramienta diagnóstica en neumonías de terneras lecheras. Al utilizarla en nuestros sistemas productivos se pudo corroborar las ventajas reportadas previamente (Ollivet y Buczinski, 2016). La cartilla elaborada por McGuirk (2008) permitió establecer una puntuación final de los signos clínicos presentes en las neumonías en los tres tambos. La presencia de signos clínicos aislados en los animales no determina que estén cursando la enfermedad, sin embargo, es de destacar que la temperatura rectal superior a 39,5°C fue el parámetro clínico más frecuentemente encontrado, lo cual concuerda con lo reportado por Villalobos (2015). La prevalencia de neumonía considerando a los animales enfermos clínicos y subclínicos fue de 10,4%, 39,4% y 10,1% para los Tambos N° 1, 2 y 3, respectivamente. En el Tambo N° 1 se encontró que el pulmón más afectado era el derecho, tal como lo reportado por Ollivet y Buczinski (2016). En el Tambo N°2 se presentaron la mayoría de las lesiones en ambos pulmones a la misma vez mientras que en el Tambo N°3 se presentaron las lesiones con similar proporción en el pulmón derecho que en el izquierdo de forma separada. Esto pudo deberse a que podrían estar involucrados distintos microorganismos comprometiendo en forma diferente a los ló-

bulos pulmonares (Caswell y Williams, 2007). A pesar de que es fundamental considerar los signos clínicos para orientarse al diagnóstico de neumonía, se demostró que el 63,1% de las terneras no hubieran recibido tratamiento, aunque tenían lesiones que estaban comprometiendo el buen funcionamiento pulmonar. En este sentido, Buczinski y col. (2015) demostraron que este método tiene mayor precisión para el diagnóstico de la ERB que otros métodos convencionales como la evaluación de síntomas respiratorios o la auscultación torácica. La importancia entonces del monitoreo ultrasonográfico radica en que, al detectar tempranamente los animales subclínicos, es posible mejorar a tiempo el desempeño productivo de los futuros reemplazos. En todos los establecimientos las alteraciones pulmonares que más se encontraron fueron las lluvias de líneas B, seguidas por la presencia de focos de consolidación. En las terneras evaluadas las lesiones pulmonares también se presentaron combinadas. En los Tambos N°1 y 3 la presencia de lluvia de líneas B y foco de consolidación fueron lo más encontrado en las terneras examinadas. Al contrario, en el Tambo N°2 la lesión que se presentó con mayor frecuencia fue la de focos de consolidación, lo que podría explicar la mayor prevalencia de animales con signos clínicos (61,6 vs 21,2 y 35,7%). Además de las lesiones pulmonares, la presencia de neumonías en dicho establecimiento pudo deberse al manejo nutricional y a que el lote de terneras era heterogéneo y permanecía en un mismo potrero. Para una mejor aproximación al diagnóstico de la ERB es fundamental correlacionar los signos clínicos y las lesiones pulmonares encontradas sumando los hallazgos en la necropsia (Buczinski y col., 2015). En relación la evolución, se pudo ver que el tratamiento resultó favorablemente dado que el 56,1% de las terneras mejoraron. Es sumamente importante considerar que el 10,5% y el 15,4% de los animales se mantuvieron iguales en los Tambos N°1 y 2, respectivamente probablemente porque presentaban lesiones crónicas las cuales no pudieron revertirse a pesar de la terapia instaurada (Villalobos, 2015). Los terneros crónicos son una de las causas más importantes de

pérdidas económicas producidas por la ERB, y de difícil cuantificación (Barreto, 2021). Por lo tanto, el seguimiento ultrasonográfico es clave para la toma de decisiones terapéuticas y de eliminación de animales que no responden bien al tratamiento, evitando pérdidas productivas que causan gran impacto en los sistemas agropecuarios.

## CONCLUSIONES

Se concluye que se cumplieron con los objetivos de la investigación, innovado con el empleo de la ultrasonografía pulmonar a nivel nacional. La evaluación clínica de los animales combinada con el uso de la ultrasonografía pulmonar permitió determinar las terneras que presentaron neumonía subclínica, clínica y lesiones crónicas. Mediante el uso de la ecografía pulmonar es posible identificar una variedad de lesiones pulmonares, como ser: focos de consolidación, colas de cometa y lluvias de líneas B y, de esta manera poder clasificarlas con base a un procedimiento sistemático de estandarización. La observación de lesiones pulmonares sin presencia de signos clínicos permite realizar una detección y tratamiento precoz de los animales asintomáticos con la consecuente mejor evolución y pronóstico. Finalmente, los resultados de este trabajo sugieren la importancia en metodología propuesta y que es necesario considerar las condiciones de los sistemas productivos de los establecimientos para corregir efectos de la ERB sobre la futura producción y la salud de los animales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, E. y Buczinski, S. (2016). Ultrasonographic assessment of lung consolidation postweaning and survival to the first lactation in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1465-1470.

Barreto, M. (2021). *Síndrome respiratorio bovino: El Reto sanitario en el ternero de cebo*. Recuperado en <https://www.ganaderia.com/destacado/sindrome-respiratorio-bovino-el-reto-sanitario-en-el-ternero-de-cebo>

Buczinski, S., Ollivett, T. y Dendukuri, N. (2015). Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for the diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 119(3-4), 227-231.

Caswell, J.L., y Archambault, M. (2007). Neumonía por *Mycoplasma bovis* en el ganado vacuno. *Animal Health Research Reviews*, 8(2), 161-186.

Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H. y Grünberg, W. (2017). Diseases of the Respiratory System. En *Veterinary Medicine* (11<sup>a</sup> ed., pp. 845-1090). St Louis: Elsevier.

Flöck, M. (2004). Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *Veterinary Journal*, 167(3), 272-280.

Hussein, H.A., Binici, C., y Staufenbiel, R. (2018). Comparative evaluation of ultrasonography with clinical respiratory score in diagnosis and prognosis of respiratory diseases in weaned dairy buffalo and cattle calves. *Journal of Animal Science and Technology*, 60(1), 29.

McGuirk, S. (2008). Disease management of dairy calves and heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 139- 153.

Ollivett, T. (2014). *Understanding the diagnosis and risk factors for respiratory disease in dairy calves* (Tesis Doctoral). Universidad de Guelph, Canadá.

Ollivett, T. y Buczinski, S. (2016). On farm use of ultrasonography for bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 32(1), 19-35.

Rivero, R., Sallis, E.S.V., Callero, J.L., Luzardo, S., Giannechini, R., Matto, C., ... Schild, A.L. (2013). Neumonía enzoótica asociado al virus respiratorio sincitial bovino (BRSV) en Terneros en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 49(192), 29-39.



## Posters

---

Stöber, M. (2005). Enfermedades de los órganos respiratorios, el diafragma y la pared torácica. En: G. Dirksen, H.D. Grunder, y M. Stöber (Eds.), *Medicina interna y cirugía del Bovino* (pp. 249-314). Buenos Aires: Inter-médica.

Texeira, A., McArt, J. y Bicalho, R. (2017). Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2985-2991.

Villalobos, N. (2015). *Herramientas innovadoras en el diagnóstico del síndrome respiratorio bovino (SRB)* (Tesis Doctorado). Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid.

# PRÁCTICAS Y COSTOS DE PLANES DE SALUD DE UBRE EN RODEOS LECHEROS DE URUGUAY

*Lucas González<sup>1</sup>; Sofía Gianni<sup>1</sup>; Andrés Azambuya<sup>1</sup>; Gustavo Benítez<sup>2</sup>*

1- Tesistas de grado, Montevideo, Uruguay.

2- Departamento de Ciencias Sociales, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, ruta 8, km 18, Montevideo, Uruguay.

\* Autor de correspondencia: g.benitezcastro@gmail.com

## RESUMEN

La mastitis es una de las enfermedades más importantes en los rodeos lecheros en todo el mundo. A pesar de la importancia que tiene la enfermedad a nivel productivo, existe escasa información a nivel nacional de las prácticas que llevan a cabo los tambos y los costos que implica un plan de salud de ubre. En este trabajo se buscó identificar los protocolos de salud de ubre aplicados en doce rodeos de la cuenca sur del país y realizar una estimación del costo de prevención y control. Se aplicó una encuesta para coleccionar información sobre casos de mastitis clínica y los protocolos de salud de ubre de cada establecimiento que luego fueron valuados a precios de mercado. Existió una gran variabilidad entre los costos de los establecimientos estudiados, dada fundamentalmente por diferencias en las medidas de prevención y por incidencia de mastitis. La mitad de los tambos tuvo un costo de prevención igual o superior a los 2,05 U\$S/VO y en los costos de tratamiento igual o superior a los 0,16 U\$S/VO. La información generada permite a los veterinarios brindar un asesoramiento más completo para los rodeos lecheros.

## SUMMARY

Mastitis is one of the most important disease in dairy cattle around the world. Despite the importance of the disease, there is a lack of information at the national level on the practices carried out by dairy farms and the costs involved in management practices. The aim was to identify the udder health management practices applied in twelve dairy herds in Uruguay and to estimate the cost of prevention and control. A survey applied collected information

of clinical mastitis and management practices, which were then valued at market prices. There was a great variability between the the costs of the farms due to differences in prevention measures and incidence of mastitis. Prevention cost was 2.05 US\$/cow (median) and treatment costs was 0.16 US\$/cow (median). The information generated allows veterinarians to provide advice that is more complete to dairy farmers on management practices for dairy herds.

## INTRODUCCIÓN

La mastitis es una de las principales enfermedades de la producción lechera de todo el mundo y una de las que mayores pérdidas causa (Halasa et al, 2007). El uso de evaluaciones económicas para apoyar la toma de decisiones se torna cada vez más importante y necesaria. Sin embargo, los trabajos se suelen concentrar exclusivamente en las pérdidas, sin considerar los costos de prevención y control en que incurren los productores para evitar o minimizar la enfermedad (Seegers et al, 2003). A la hora de un asesoramiento profesional es necesario describir la mastitis en términos monetarios para, al momento de tomar decisiones, tener claro qué costos conlleva la enfermedad y optar por aquellas medidas de mayor rentabilidad. Las prácticas de prevención y control de la mastitis son incluyen un conjunto muy grande de factores, entre los que se incluyen las medidas de higiene de ubre (desinfección, uso de guantes, el cuidado y mantenimiento de la máquina de ordeño, el cuidado del ambiente en que están los animales, el tratamiento de los casos clínicos, la terapia de secado y los procesos de diagnóstico, el manejo de los animales clínicos o subclínicos, etc. Más allá de

los costos de prevención, existen las pérdidas que se ocasionan por la presencia de la enfermedad clínica (MC), subclínica o crónica, que no serán considerados en este trabajo. A pesar de la importancia de estos temas, la bibliografía regional y nacional es escasa. El objetivo de este trabajo fue describir y estimar el costo de las prácticas de prevención y control que aplican los rodeos lecheros de Uruguay.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de las prácticas sugeridas por el National Mastitis Council (NMC, 2002) se diseñó una encuesta que se aplicó a una muestra de conveniencia de 12 tambos ubicados en la cuenca lechera del sur del país. Se recabaron datos: descriptivos del sistema productivo y del rodeo; asesoramiento veterinario; diagnóstico; terapia de MC; prácticas de la rutina de ordeño; gestión de la vaca seca y mantenimiento de máquina de ordeño. Para conocer la cantidad de casos clínicos, considerando que los productores no necesariamente llevaban registros o no los consultaron para la encuesta, se tomó el supuesto de que una quincena era un período donde la frecuencia de mastitis clínica

que ellos indicaron era bastante confiable. Los costos de prevención se estimaron en función de su ocurrencia (anual, mensual, diaria) y se expresaron en períodos de quince días, para mantener la coherencia de tiempos con los casos de mastitis clínica indagados en la encuesta. Los planes se valorizaron a precios de mercado y los resultados se expresaron en dólares constantes de setiembre de 2021 (44\$/U/\$S).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tambos estudiados presentaron una media de 310 VO y una producción de 20,5 l/VO/día. El sistema predominante de producción es el pastoril a cielo abierto con suplementación, ya sea en sala o en playa de alimentación. La media de vacas por órgano de ordeño fue de 18 VO/órgano.

La mayor parte de los tambos (n=7) cuentan con asesoramiento veterinario permanente en calidad de leche. Únicamente dos tambos (17%) realizan predipping de forma rutinaria, mientras que la desinfección post ordeño y el secado masivo con pomo son medidas implementadas por todos los tambos. Todos los tam-

Tabla 1. Descripción de los establecimientos, incidencia de MC y las principales prácticas

Tambo	VO	IMC (%)	Veterinario <sup>(1)</sup>	Chequeo máquina <sup>(2)</sup>	Cambio pezoneras <sup>(2)</sup>	Guantes	Predipping	Sellado	Secado <sup>(3)</sup>	Despunte <sup>(4)</sup>	CMT <sup>(2)</sup>	Muestreo para RCS <sup>(2)</sup>
1	114	1,8	SÍ	2	4	Siempre	No	Sí	P + S	14	0	0
2	86	0	SÍ	2	1	Siempre	No	Sí	P	14	2	2
3	108	9,3	NO	2	3	Ocasional	No	Sí	P	14	0	2
4	200	1,5	NO	2	4	Siempre	No	Sí	P	14	0	0
5	115	1,7	NO	2	1	Nunca	Sí	Sí	P	7	2	2
6	120	2,5	NO	2	2	Nunca	No	Sí	P	14	2	0
7	224	1,3	SÍ	2	2	Nunca	No	Sí	P	7	2	0
8	700	3,4	SÍ	2	3	Siempre	Sí	Sí	P + S	3	2	12
9	250	2,8	SÍ	2	4	Ocasional	No	Sí	P	14	0	12
10	500	1,6	SÍ	6	6	Siempre	No	Sí	P + S	14	2	2
11	950	3,0	SÍ	12	4	Siempre	No	Sí	P + S	7	6	12
12	357	1,1	NO	2	2	Ocasional	No	Sí	P + S	7	2	0

IMC: incidencia de MC=casos cada 100 VO. <sup>(1)</sup>Veterinario contratado, dedicado a calidad de leche en forma exclusiva o no con otras áreas. <sup>(2)</sup>Frecuencia anual. <sup>(3)</sup>P=pomo intramamario; S=sellador interno. <sup>(4)</sup>Frecuencia semanal.

bos realizaban la práctica de despunte. Vissio et al. (2018) encontraron esta práctica era realizada por el 57.3% de los tambos estudiados en Uruguay. Por su parte, Vissio et al. (2015), en Argentina, encontraron que casi un 20% de los productores solo utilizaba como medida de control el tratamiento de casos de MC y alrededor del 60% no contemplaba la aplicación de la desinfección post ordeño. Estas prácticas parecen estar más difundidas en nuestro país, sobre todo por el sistema de pago por calidad de leche. Los tambos 8, 11 y 12 lo aplican sellador interno en todas sus vacas, mientras que los tambos 1 y 10 solo a algunas vacas, en situaciones especiales. Excepto por el despunte, secado con pomo y el sellado post ordeño, que son medidas bastante difundidas en nuestro país (Vissio et al., 2018) todas las otras medidas mostraron gran variabilidad entre tambos, lo que repercute en una gran variación de los costos de prevención (Tabla 2). La práctica que presentó mayores costos fue la terapia de sellado. En Argentina, Vissio et al. (2015), observaron que el principal costo de fue la terapia al secado. El costo medio de las medidas de diagnóstico (despunte, CMT y RCS) realizadas fue de U\$S 127: despunte (48%), RCS (49%)

y el CMT (3%).

En relación a las prácticas de control, ocho tambos utilizaron como tratamiento únicamente como IM, dos utilizaron antibiótico inyectable y los dos restantes utilizaron una combinación.

Tabla 3. Costos de prevención en 15d

Tambo	U\$S/rodeo	U\$S/VO
1	368	3,23
2	316	3,67
3	182	1,69
4	354	1,77
5	269	2,34
6	185	1,54
7	398	1,78
8	2.186	3,12
9	636	2,54
10	1.034	2,07
11	1.925	2,03
12	577	1,62

La mitad de los tambos incurrió en 2,05 U\$S/VO/15d o más en prevención, oscilando entre 1,54 y 3,23. Este último correspondió al tambo 2, que no presentó casos de MC en los 15d. En los tambos con mayores costos de prevención, se evidenciaron las menores incidencias de MC, lo que sugiere la importancia de poner el foco en las prácticas preventivas.

Tabla 2. Costos de las medidas de prevención según los protocolos de salud de ubre de cada establecimiento (U\$S/15 días).

Tambo	Veterinario	Chequeo máquina	Cambio pezoneras	Guantes	Predipping	Sellado	Secado	Despunte	CMT	Muestreo para RCS
1	0	9	33	63	0	73	32	35	0	0
2	124	9	7	63	0	55	24	27	4	4
3	0	9	15	21	0	69	30	33	0	5
4	0	9	37	63	0	127	56	62	0	0
5	0	4	12	0	124	73	32	18	1	5
6	0	9	24	0	0	76	34	37	5	0
7	124	9	24	0	0	143	63	35	2	0
8	124	9	113	63	777	445	431	46	6	173
9	124	9	113	21	0	159	70	77	2	62
10	124	26	176	63	0	318	140	154	12	21
11	124	52	110	63	0	605	584	146	8	234
12	0	9	44	20	0	227	220	55	3	0

La cantidad de casos de MC detectada por quincena estuvo sujeta al nivel de detección y como esto varió entre tambos es razonable pensar que aquellos con mayores costos diagnóstico tuvieron datos de nuevos casos más confiables.



La mitad de los tambos incurrió en 0,16 U\$S/VO/15d o más para el tratamiento de los casos. Todos los entrevistados estuvieron dispuestos a participar en otros trabajos en esta línea de investigación y aceptaron recibir un reporte de los resultados. Esta demostración de interés indica que es necesario seguir trabajando para generar más información sobre el tema. También es indicativo de la demanda de análisis más profundos, que incluyan aspectos económicos, en el asesoramiento de los veterinarios para la toma de decisiones de los productores.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Halasa, T., Huijps, K., Osteras, O. & Hoogeveen, H. (2007). Economic Effects of Bovine Mastitis and Mastitis Management: a Review. *Veterinary Quarterly* 29(1), 18-31.
- National Mastitis Council (2002). Recommended mastitis control program. Recuperado de <https://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2020/04/RECOMMENDED-MASTITIS-CONTROL-PROGRAM-International.pdf>
- Seegers, H., Fourichon, C. & Beaudeau, F. (2003). Production Effects Related to Mastitis and Mastitis Economics in Dairy Cattle Herds. *Veterinary Research* 34(5), 475-491.
- Vissio, C., Agüero, D.D., Raspanti, C.G., Odierno, L.M., y Larriestra, A.J. (2015). Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47, 7-14.
- Vissio, C., Bouman, M., y Larriestra, A.J. (2018). Milking machine and udder health management factors associated with bulk milk somatic cell count in Uruguayan herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 150, 110-116.

# MASTITIS CLÍNICA POR *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*: RESISTENCIA BACTERIANA

Marcos Schanzembach<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Martín Belveder<sup>1</sup>, Pamela Freire<sup>1</sup>,

Yesica López<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup>

1- Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino", Ruta 3 Km 369, Paysandú, 60000. Uruguay.

Autor de correspondencia: mschanzembach@mgap.gub.uy

## RESUMEN

Entre los agentes causantes de mastitis ambientales, *Klebsiella* spp. representa un desafío para el tratamiento y control. En el siguiente trabajo se caracterizó la resistencia a antibacterianos de 19 aislamientos de *K. pneumoniae* provenientes de casos de mastitis clínica. Se determinó la resistencia fenotípica a 12 agentes antibacterianos por medio de disco difusión y la producción de  $\beta$  lactamasas de espectro extendido empleando el test de sinergia de doble disco. Once aislamientos presentaron resistencia múltiple. Se detectó resistencia a penicilinas en la totalidad de los aislamientos, seguido por la resistencia a aminoglucósidos. Tres aislamientos resistentes a Amoxicilina + Ac. clavulánico presentaron sensibilidad reducida a Ceftazidima. La amplia distribución de resistencia en cepas causantes de mastitis representa un desafío reduciendo las alternativas de tratamiento en los casos que lo requiera.

## SUMMARY

Among the causative agents of environmental mastitis, *Klebsiella* spp. represents a challenge for treatment and control. In the following work, resistance to antibacterial of 19 isolates of *K. pneumoniae* from cases of clinical mastitis was characterized. Phenotypic resistance to 12 antibacterial agents was determined by disk diffusion and ESBL production by double disk synergy test. Eleven isolates presented multiple resistance. Resistance to penicillin was detected in all isolates, followed by resistance to aminoglycosides. Three isolates resistant to Amoxicillin + Ac. clavulanate showed reduced sensitivity to Ceftazidime. The wide distribution of resistance in mastitis-causing strains repre-

sents a challenge, reducing treatment alternatives in the cases that such measures are required.

## INTRODUCCIÓN

La mastitis es la principal enfermedad causante de pérdidas económicas en tambos ocasionando perdidas productivas, entre otras, la reducción de producción de leche. Estas pérdidas, en el caso de las mastitis subclínicas, se encuentran estimadas en 0,70 kg/cuarto. ordeño para mastitis del tipo contagiosa y 0,61 kg/cuarto.ordeño para las mastitis de origen ambiental (Gonçalves et al., 2018). La mastitis causada por enterobacterias se distingue de las mastitis contagiosas causadas por bacterias como *Staphylococcus aureus*. Estas mastitis de origen ambiental son caracterizadas por ser de corta duración, con una sintomatología aguda a leve y de duración autolimitada. Entre los principales agentes etiológicos de estas mastitis se encuentran *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp. (Schukken, Wilson, Welcome, Garrison-Tikofsky y Gonzalez, 2003). Esta última representa un problema particularmente grave por su capacidad de permanecer en el ambiente por periodos prolongados ocasionando infecciones persistentes (Moroni et al., 2018). El enfoque de tratamiento de las mastitis causadas por enterobacterias y otros agentes ambientales es la remoción de la fuente de infección del ambiente, de esta forma reduciendo el riesgo de reinfección. Siendo el tratamiento por medio de antibióticos un último recurso (Schukken et al., 2012). El objetivo del siguiente trabajo es caracterizar la resistencia a agentes antibacterianos en aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* obtenidos de casos de mastitis clínica.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la resistencia de 19 aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* provenientes de casos de mastitis clínica. Las mismas provenían de 3 establecimientos lecheros del litoral Oeste, dos de ellos empleando un sistema de estabulado y el restante de un sistema pastoril. Se determinó la resistencia por medio de Disco difusión (Ampicilina [AMP] Amoxicilina + Ac. clavulánico [AMC], Ciprofloxacina [CIP], Gentamicina [CN], Sulfametoxazol + Trimetoprima [SXT], Tetraciclina [TE], Estreptomina [S] y Enrofloxacin [ENR], Cefoxitina [CTX], Ceftazidima [CAZ], Ac. Nalidixico [NA] y Cloxamfenicol [C]) realizando la interpretación por medio del programa WHONet 5.6. Se determinó la resistencia a ( $\beta$  lactamasas de espectro extendido) ESBL por medio del test de sinergia de doble disco.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los perfiles de resistencia obtenidos indican una alta proporción de aislamientos con resistencia múltiple ( $\geq 3$  categorías de antibióticos) (TAB. 1). Por otra parte, la resistencia a antibióticos individual presentó resistencia a Ampicilina en la totalidad de los aislamientos, Estreptomina 74% (14/19), Amoxicilina + Ac. clavulánico 63% (12/19) y Gentamicina 37% (7/19). El surgimiento de cepas multiresistentes en circulación puede darse por varios factores, transmisión de genes provenientes de una bacteria resistente, selección por medio de presión o mutaciones en la estructura genética (Boerlin & White, 2013). Por otra parte, la

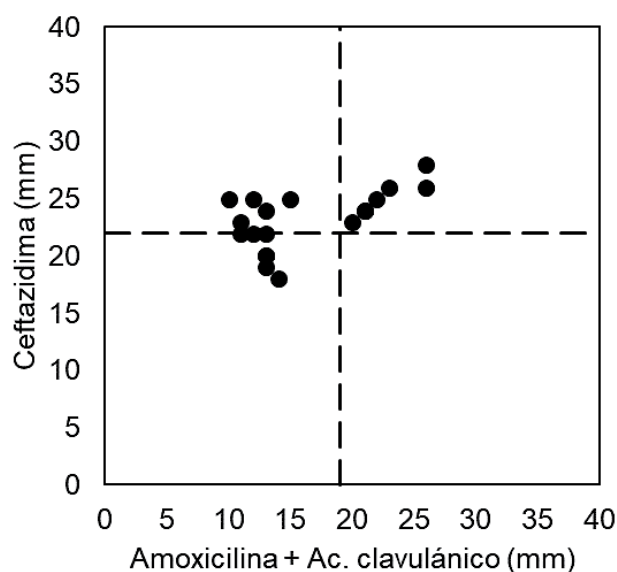
resistencia a Ampicilina, la cual es mediada por elementos presentes en el genoma, es considerada intrínseca para las bacterias de la familia *Klebsiella*, por lo tanto, es previsible que la totalidad de los aislamientos sean resistentes a la misma (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing [EUCAST], 2022). La resistencia a aminoglucósidos es mediada por producción de enzimas presentes en el espacio peri plasmática, causada por una amplia variedad de plásmidos de resistencia (Dowling, 2013). En base de esta información es posible que las diferencias observadas en los resultados de Gentamicina y Estreptomina estén causadas por diferentes enzimas producidas.

La relación entre la Amoxicilina + Ac. clavulánico y la Ceftazidima indicó un subgrupo dentro de las bacterias resistentes a Amoxicilina + Ac. clavulánico con sensibilidad reducida a Ceftazidima (FIG 1). La prueba de sinergia de Doble Disco en los aislamientos con sensibilidad reducida no arrojó resultados positivos. Esto puede deberse a una sobreproducción de  $\beta$ -lactamasas por estos aislamientos (Prescott, 2013). Alternativamente, esta resistencia puede ser mediada por otros mecanismos de producción de ESBL no detectables por esta prueba (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing [EUCAST], 2017).

Tabla 1. Perfiles de resistencia de *K. pneumoniae*.

Perfil de resistencia	Nº de aislamientos
AMP AMC S	7
AMP	4
AMP AMC CN S	4
AMP CN S	2
AMP S	1
AMP AMC	1

Figura 1. Diagrama de dispersión diámetros de inhibición Ceftazidima y Amoxicilina + Ac. clavulánico.



## CONCLUSIONES

La alta prevalencia de multiresistencia indica un problema grave considerando las opciones de tratamiento en casos de infecciones graves y/o persistentes. Adicionalmente, la presencia de aislamientos resistentes a Amoxicilina + Ac. clavulánico con sensibilidad reducida Ceftazidima representa un riesgo significativo indicando la posible circulación de cepas productoras de ESBL causando mastitis en los rodeos uruguayos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boerlin, P., y White, D. (2013). Antimicrobial Resistance and Its Epidemiology. En S. Giguère, J. Prescott, y P. Dowling, *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine* (5 ed., pp. 21-40). Wiley.
- Dowling, P. (2013). Aminoglycosides and Aminocyclitols. En S. Giguère, J. Prescott, y P. Dowling, *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine* (5 ed., pp. 233-256). Wiley.
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. (2017). EUCAST guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance. EUCAST, v 2.0, 1-43.
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. (2022). Expected Phenotypes. EUCAST, v 1.0, 1-43.
- Moroni, P., Nydam, D., Ospina, P., Scillieri-Smith, J., Virkler, P., Watters, R., . . . Yeager, A. (2018). Diseases of the Teats and Udder. En S. Peek, & T. Divers, *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle* (3 ed., pp. 389-465). Elsevier.
- Prescott, J. (2013). Other Beta-lactam Antibiotics: Beta-lactamase Inhibitors, Carbapenems, and Monobactams. En S. Giguère, J. Prescott, y P. Dowling, *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine* (5 ed., pp. 175-188). Wiley.
- Schukken, Y., Chuff, M., Moroni, P., Gurjar, A., Santisteban, C., & Welcome, F. (2012). The "Other" Gram-Negative Bacteria in Mastitis *Klebsiella*, *Serratia*, and More. *Vet Clin Food Anim*, 28, 239-256.
- Gonçalves, J. L., Kamphuis, C., Martins, C. M., Barreiro, J. R., Tomazi, T., Gameiro, A. H., . . . dos Santos, M. V. (2018). Bovine subclinical mastitis reduces milk yield and economic return. *Livestock Science*, 210, 25-32.



# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE AISLAMIENTOS DE STAPHYLOCOCCUS COAGULASA POSITIVOS EN QUESERÍAS ARTESANALES DE LA CUENCA LITORAL NORTE

Marcos Schanzembach<sup>1</sup>, Víctor Rodríguez<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup>, Carolina Matto<sup>1</sup>,

Rosina Villamayor<sup>2</sup>, Carmen Martínez<sup>2</sup>, Álvaro González<sup>2</sup>, Lucía Grille<sup>2</sup>

1- Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino", Ruta 3 Km 369, Paysandú, 60000. Uruguay.

Autor de correspondencia: mschanzembach@mgap.gub.uy

2- Facultad de Veterinaria, UdelaR, Uruguay.

## RESUMEN

La mastitis bovina causada por bacterias del género *Staphylococcus* es un problema relacionado con la salud animal y la salud pública. de este trabajo es detectar los genes de virulencia de *Staphylococcus* Coagulasa Positivos y determinar su relación con el nivel del test de mastitis California. Se caracterizaron genes de virulencia y resistencia de 156 aislamientos identificados como SCP provenientes de 15 queserías de la cuenca norte del Uruguay mediante PCR. Se detectaron 10 perfiles, incluyendo 4 perfiles de genes solo presentes en aislamientos con CMT normal (*nuc pvl sec*, *nuc pvl sed*, *nuc tst sec* y *tst*). La detección del gen *sed* indica la presencia del principal genotipo que afecta al ganado (GTB). La relación entre el gen *sec* en aislamientos de SCP provenientes de vacas con infección intramamaria a niveles de CMT normales indica un potencial problema en los sistemas lecheros impactando negativamente inocuidad de los alimentos. Inclusive empleando un sistema de monitoreo y manejo a nivel de tambo.

## SUMMARY

Bovine mastitis caused by bacteria of the genus *Staphylococcus* is a problem related to animal health and public health. The main objective of this study is to detect virulence genes of Coagulase Positive Staphylococci and determine their relation with California Mastitis test results. Virulence and resistance genes of 156 isolates identified as SCP from 15 cheese-making dairy farms in the northern basin of Uruguay were characterized by PCR. 10 profiles

were detected, including 4 profiles of genes only present in isolates with normal CMT (*nuc pvl sec*, *nuc pvl sed*, *nuc tst sec* and *tst*). Detection of the *sed* gene indicates the presence of the main genotype affecting cattle (GTB). The relationship between the *sec* gene in SCP isolates from IIM cows at normal CMT levels indicates a potential problem in dairy systems, negatively impacting food safety. Even if using a monitoring and management system at the dairy level.

## INTRODUCCIÓN

Entre los agentes zoonóticos causantes de infecciones intramamarias (IIM) encontramos a *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), agrupado dentro de los *Staphylococcus* Coagulasa Positivos (SCP) está descrito como el principal patógeno a nivel mundial (Côté-Gravel y Malouin, 2019). A su vez, *Staphylococcus aureus* está descrito como uno de los principales agentes causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) a globalmente. Los efectos tóxicos se deben a la acción de enterotoxinas producidas por este microorganismo las cuales no son eliminadas por tratamientos térmicos. Este conjunto de características demuestra que la mastitis bovina causada por bacterias del género *Staphylococcus* no solo debe considerarse como un problema relacionado a la salud animal, sino que también se la debe tener en cuenta como un riesgo potencial para la salud pública (Becker et al., 2015). El objetivo de este trabajo es detectar los genes de virulencia de *Staphylococcus* Coagulasa Positivos y determinar su relación con el nivel del test de mastitis California.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio fueron empleados 156 aislamientos identificados fenotípicamente como SCP de muestras de leche. Los aislamientos de SCP fueron obtenidos a partir de vacas en ordeño con diferentes grados de mastitis subclínica en base al grado de CMT, en queserías artesanales de la región Litoral Norte.

Se realizó la identificación de los aislamientos mediante PCR a tiempo final en base a la presencia del gen que codifica a la termonucleasa (*nuc*). Los aislamientos de SCP positivos al gen *nuc* son identificados como “*Staphylococcus aureus*”, aquellos negativos serán referidos como “No *aureus Staphylococcus Coagulasa Positivo*” (NA-SCP). Se determinó la presencia de los genes de virulencia: enterotoxinas clásicas (*sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*), toxina de shock tóxico (*tst*) y leucocidina Pantón-Valentine (*pvl*).

Se realizó el estudio dimensional de los aislamientos de origen bovino por medio del Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). Se evaluó la relación entre los aislamientos portadores de genes y el nivel de CMT por medio del Coeficiente de Correlación Biserial por rangos y el test t de Student a un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los aislamientos coagulasa positivos obtenidos de bovinos, 144 fueron identificados como *S. aureus* y 12 NA-SCP. Se detectaron aislamientos portadores de genes de producción de enterotoxinas estafilocócicas (SEs) y del gen *pvl* en muestras de leche en todos los niveles de CMT representando una baja proporción de aislamientos obtenidos de las vacas en ordeño.

En nuestro estudio principalmente fueron detectadas cepas productoras de enterotoxina D. Esto puede deberse a la presencia de cepas con alta tasa de contagio. Esto podría deberse a que estos aislamientos portadores

del gen *sed* pertenezcan al genotipo B (GTB). Evidencia que apoya esto es que este gen pertenece al plásmido pIB485, presente en cepas pertenecientes al GTB (Chieffi et al., 2020). Asociado a esto, el rol de las SEs en la virulencia de las IIM ha sido considerado mínimo o inexistente (Haveri, et al., 2007). La amplia distribución de los genes *pvl* y *tst* en aislamientos de origen bovino obtenida en este trabajo es similar a la hallada en estudios previos (Monistero et al., 2018). En el caso del gen *pvl*, podría estar relacionado a que este gen es transportado por múltiples bacteriófagos (Malachowa y DeLeo, 2010). Creemos que la falta de asociación entre el gen *pvl* y el incremento de células somáticas en leche puede ser causada por la especificidad de esta exotoxina (Zecconi, et al., 2006). En estudios posteriores realizados en Japón se determinó que la acción de la toxina TSST-1 es suprimida por la glándula mamaria (Komine et al., 2000). Relacionado a esto, el sistema inmune de las mismas está adaptado a generar una respuesta rápida al entrar en contacto con la toxina (Hayakawa et al., 2000). Esto puede indicar que la misma no juega un rol significativo en la patogenia de las mastitis por *Staphylococcus* ya que los bovinos están adaptados para responder de forma rápida a la toxina.

El ACM presentó una relación entre los genes *sec* *tst* (Fig. 1A). En este análisis se detectaron 10 perfiles, entre estos, 4 perfiles de genes únicamente presentes en aislamientos con un CMT normal (*nuc pvl sec*, *nuc pvl sed*, *nuc tst sec* y *tst*) (Fig. 1B).

Esta relación entre los genes de producción de enterotoxina C y el gen *tst* posiblemente

Tabla 1. Distribución de aislamientos portadores de genes, ordenados por grado de CMT (NOR: Normal, TRA: Trazas, 1°: Grado 1, 2°: Grado 2, 3°: Grado 3).

CMT	<i>nuc</i>	<i>tst</i>	<i>sea</i>	<i>seb</i>	<i>sec</i>	<i>sed</i>	<i>see</i>	<i>pvl</i>
NOR	45	7	0	1	4	4	0	7
TRA	12	0	0	0	0	1	0	2
1°	45	8	0	0	0	1	0	7
2°	32	0	0	1	0	0	0	5
3°	10	0	0	0	0	1	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>144</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>23</b>

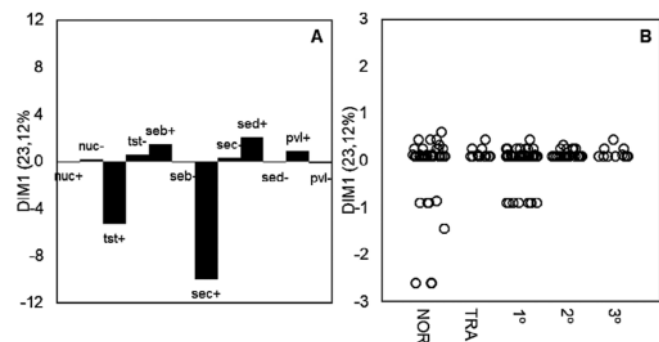
sea causada por medio de la isla de patogenia SaPI<sub>bov1</sub> (Monistero et al., 2018). Ortega et al., (2010), enfatizan el efecto sinérgico entre estas toxinas y en otro estudio se adjudicó el 50% de las mastitis en Japón eran causadas por cepas productoras de ambas toxinas (Nagase et al., 2002)

Se empleó el Coeficiente de correlación biserial detectando correlación negativa significativa ( $CC = -0,2$   $p = 0,01$ ) entre la presencia del gen *sec* y el nivel de CMT, indicando que aislamientos poseedores de este gen tienden a presentarse en niveles bajos de células somáticas. Esto podría ser ocasionado por una baja respuesta inmune ante infecciones por SCP con estas características. El desarrollo bacteriano está directamente asociado a la producción de enterotoxinas y la excreción de células somáticas (Kuroishi et al., 2003). Esto podría deberse a que el patógeno no se encuentre en cantidades suficientes para producir la enterotoxina.

## CONCLUSIONES

La relación entre el gen *sec* en aislamientos de SCP provenientes de vacas con IIM a niveles de CMT normales indica un potencial problema en los sistemas lecheros impactando negativamente la producción y calidad de los productos elaborados, así como la inocuidad de los alimentos. Inclusive empleando un sis-

Figura 1. Análisis de correspondencia múltiple. A. Gráfico de barras, correspondencias presencia-ausencia de genes, en eje vertical valores propios (Eigenvalue) de la 1<sup>er</sup> dimensión (DIM1). B. Jitter plot, distribución de observaciones agrupadas por nivel de CMT (NOR: Normal, TRA: Trazas, 1<sup>o</sup>: Grado 1, 2<sup>o</sup>: Grado 2, 3<sup>o</sup>: Grado 3), en eje vertical valores propios (Eigenvalue) de la 1<sup>er</sup> dimensión (DIM1).



tema de monitoreo y manejo a nivel de tambo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becker, K., Skov, R. y Von Eiff, C. (2015). Staphylococcus, Micrococcus, and other Catalase Positive Cocci. En J. Jorgensen, M. Pfaller, K. Carroll, M. Landry, G. Funke, S. Richter, D. Warnock, Manual of Clinical Microbiology (págs. 354-382). Washington: American Society for microbiology.

Chieffi, D., Fanelli, F., Cho, G.S., Schubert, J., Blaiotta, G., Franz, C., . . . Fusco, V. (2020). Novel insights into the enterotoxigenic potential and genomic background of Staphylococcus aureus isolated from raw milk. Food Microbiology, 90, 1-16.

Côté-Gravel, J., Malouin, F. (2019) Symposium review: Features of Staphylococcus aureus mastitis pathogenesis that guide vaccine development strategies. J Dairy Sci, 102, 4727-4740.

Haveri, M., Roslöf, A., Rantala, L. y Pyörälä, S. (2007). Virulence genes of bovine Staphylococcus aureus from persistent and nonpersistent intramammary infections with different clinical characteristics. Journal of Applied Microbiology, 103, 993-1000.

Hayakawa, Y., Akagi, M., Hayashi, M., Shimanoto, T., Komae, H., Funaki, O., . . . Takeuchi, S. (2000). Antibody response to toxic shock syndrome toxin-1 of Staphylococcus aureus in dairy cows. Veterinary Microbiology, 72, 321-327.

Komine, K., Kuroishi, T., Asai, K., Komine, Y., Kai, K., Itagaki, M., . . . Kumagai, K. (2000). Nyūgyū no kenkō narabini chibusaen chibusa no chishiru-chū budō kyūkin to sono sansei dokuso no kenshutsu [Detección de estafilococos y sus toxinas en la leche de vacas con mastitis y sanas]. Ni-Tsu-jū kaishi, 53, 435-440.

Kuroishi, T., Komine, K., Itagaki, M., Uematsu, M., Kobayashi, J., Kamata, S. y Kumagai,

K. (2003). Nyūjū-chū budō kyūkin-sei enterotokishin - C nōdo no zōka ni tomonai shizen hasshō shita chibusaen shōrei no kaiseki [Análisis de la inflamación mamaria espontánea asociada con un aumento de los niveles de enterotoxina C estafilocócica en la leche]. Ni~Tsu-jū kaishi, 56, 147-151.

Malachowa, N. y DeLeo, F. (2010). Mobile genetic elements of *Staphylococcus aureus*. Cell Mol Life Sci, 67, 3057-3071.

Monistero, V., Graber, H., Pollera, C., Cremonesi, P., Castiglioni, B., Bottini, E., . . . Moroni, P. (2018). *Staphylococcus aureus* Isolates from Bovine Mastitis Countries Encoding Different Toxins and Other Virulence Genes. Toxins, 10(247), 1-22.

Nagase, N., Shimizu, A., Kawano, J., Yamashita, K., Yoshimura, H., Ishimaru, M. y Kojima, A. (2002). Characterization of *Staphylococcus aureus* Strains Isolated from Bovine Mastitis in Japan. J Vet Med Sci, 64(12), 1169-1172.

Ortega, E., Abriouel, H., Lucas, R. y Gálvez, A. (2010). Multiple Roles of *Staphylococcus aureus* Enterotoxins: Pathogenicity, Superantigenic Activity, and Correlation to Antibiotic Toxins, 2, 2117-2131.

Zecconi, A., Cesaris, L., Liandris, E., Daprà, V. y Piccinini, R. (2006). Role of several *Staphylococcus aureus* virulence factors on the inflammatory response in bovine mammary gland. Microbial Pathogenesis, 40, 177-183.



# ESTUDIO DE LA RESPUESTA INMUNE HUMORAL INDUCIDA POR LA VACUNACIÓN ANTI-LEPTOSPIRA SPP. EN BOVINOS NATURALMENTE EXPUESTOS A LA INFECCIÓN

Federico García<sup>1</sup>, Camila Ciuffo<sup>1</sup>, Victoria Urioste<sup>2</sup>, Bernardo Lockhart<sup>2</sup>, Camila Hamond<sup>1,2</sup>,

Gustavo Gastal<sup>2</sup>, Alejandro Buschiazzo<sup>3</sup>, Leticia Zarantonelli<sup>1</sup>

1- Unidad Mixta Pasteur + INIA, Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay.

2- Plataforma de Salud Animal, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

3- Laboratorio de Microbiología Molecular y Estructural, Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la inmunogenicidad de una vacuna comercial contra *Leptospira* spp., en vaquillonas Holstein, expuestas a la posible infección natural por la bacteria. Se determinaron los títulos de anticuerpos anti-leptospira mediante la prueba de microaglutinación (MAT) en sueros de animales vacunados (n=30) y animales control (n=30), obtenidos mensualmente. Se evaluó la respuesta humoral contra los ocho antígenos homólogos incluidos en la vacuna y contra cepas heterólogas aisladas de bovinos en Uruguay. Luego del tercer refuerzo se observó un aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) en el título de anticuerpos contra 7 de los 8 serovares homólogos y baja reactividad contra los serovares heterólogos autóctonos.

## SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the immunogenicity of a commercial vaccine against *Leptospira* spp., in Holstein heifers, exposed to a possible natural infection by the bacteria. Anti-leptospira antibody titers were determined by microagglutination test (MAT) in sera from vaccinated animals (n=30) and control animals (n=30), obtained monthly. The humoral response against the eight homologous antigens included in the vaccine and against heterologous strains isolated from cattle in Uruguay was evaluated. After the third boost, a significant ( $p < 0.0001$ ) increase in antibody titer against 7 of the 8 homologous serovars and low reactivity against autochthonous heterologous serovars was observed.

## INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una zoonosis de distribución mundial. Su agente etiológico son especies patógenas del género *Leptospira* (Picardeau, 2017). En bovinos, la infección aguda puede provocar el nacimiento de terneros débiles, causar su muerte o inducir abortos en vacas preñadas (Ellis, 2015). La infección crónica se asocia a una disminución de índices reproductivos en el rodeo, perpetuando el ciclo de transmisión del agente. Para su control se usan las vacunas formuladas con leptospiras enteras inactivadas (bacterinas) (Adler, 2015). Debido a la variación en la composición del lipopolisacárido (LPS) en la membrana de *Leptospira*, se conocen más de trescientos serovares, que representan una gran diversidad antigénica (Picardeau, 2017). La respuesta humoral inducida por las bacterinas está principalmente dirigida contra el LPS, por lo que distintos serovares generan anticuerpos diferentes. Para un control efectivo de la enfermedad, la OIE recomienda que las vacunas contra leptospirosis incluyan en su formulación sólo cepas representativas de los serovares y genotipos que circulan en una región geográfica (OIE, 2016). Resultados recientes mostraron que sólo dos de las variantes de *Leptospira* spp. que infectan a los rodeos bovinos en Uruguay, están presentes en las vacunas disponibles en el mercado: *L. borgpetersenii* serogrupo (sg) Sejroe serovar (sv) Hardjo y *L. interrogans* sg Canicola sv Canicola (Zarantonelli et al., 2018). El objetivo de este trabajo fue estudiar la respuesta inmune provocada por una vacuna comercial en vaquillonas Holstein expuestas a una posible infección natural por *Leptospira* spp.

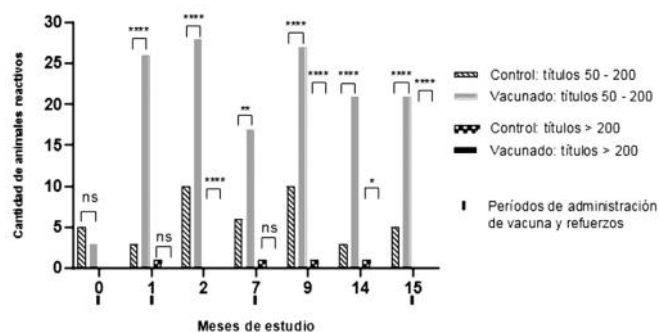
## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un predio con una prevalencia inicial de infección por especies patógenas de *Leptospira* del 4,5% (con detección en orina de animales adultos por qPCR del gen *lipL32*). Se seleccionaron n=60 vaquillonas Holstein, libres de infección por *Leptospira* spp. de acuerdo a dos pruebas qPCR en orina negativas y sin anticuerpos aglutinantes anti-leptospira detectables por prueba de microaglutinación (MAT) (OIE, 2016). Entre los animales seleccionados, un grupo (n=30) se administró con una vacuna comercial para la prevención de enfermedades reproductivas, incluyendo leptospirosis y otro grupo (n=30) se inoculó con *buffer* fosfato salino (PBS). El plan de vacunación incluyó: una primera dosis entre los 3-8 meses de edad, y tres refuerzos a los meses 1, 7 y 15 post vacunación inicial. Se tomaron muestras de sangre antes de la primera dosis y luego mensualmente hasta los 15 días post última dosis. La inmunogenicidad de la bacteria se evaluó por MAT, determinando títulos de anticuerpos aglutinantes anti-*Leptospira* en suero, utilizando un título de corte de 50. Se asignó un valor de 1 cuando no se observó aglutinación para la dilución de corte. Para realizar el MAT se usaron los siguientes antígenos homólogos (aquellos declarados en la composición de la vacuna evaluada): *L. interrogans* (*L.i*) de serovares Canicola, Hardjo, Wolfii, Pomona, Icterohaemorrhagiae; de la especie *L. borgpetersenii* (*L.b*) sv Hardjo, Tarassovi y de *L. kirschneri* (*L.k*) sv Gryppotyphosa. Se evaluaron además títulos de anticuerpos aglutinantes contra antígenos heterólogos, (ausentes en la vacuna), aunque representativos de los serovares aislados de bovinos en Uruguay (Zarantonelli et al., 2018): *L.i* sg Pomona sv Kennewicki; *L. noguchii* (*L.n*) sg Australis, sg Autumnalis, sg Pyrogenes y *L.n* de un serogrupo aún no determinado. Para análisis estadístico se utilizaron la prueba exacta de Fisher y la prueba de comparación múltiple de Tukey o Sidak (ANOVA uni- ó multi-direccional, respectivamente), según el caso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego del primer refuerzo, el 87% (26/30) de los animales vacunados mostraron reactividad al menos a uno de los antígenos homólogos, con títulos aglutinantes entre 50 y 200. Se observó un aumento en el título de anticuerpos de los animales vacunados (al menos contra un antígeno homólogo) respecto al grupo control ( $p < 0,0001$ ) luego de la aplicación de cada refuerzo. Se constata una caída en el número de animales reactivos y en los títulos alcanzados en los períodos entre refuerzos. El número más alto de animales con títulos mayores a 200, para al menos un antígeno, se observó luego del segundo y tercer refuerzo (Fig.1). Evaluando individualmente la inmunogenicidad de cada uno de los antígenos homólogos contenidos en la vacuna, *L.b* sv Tarassovi fue el menos inmunogénico pues no se detectaron anticuerpos aglutinantes contra este en ninguno de los muestreos. En cambio, se detectó un aumento significativo de títulos de anticuerpos para los siguientes antígenos homólogos (respecto al grupo control no vacunado): *L.k* sv Gryppotyphosa luego del primer ( $p = 0,0017$ ) y tercer refuerzo ( $p < 0,0001$ ); *L.i* sg Pomona sv Pomona después del segundo ( $p < 0,001$ ) y tercer refuerzo ( $p < 0,0001$ ). Para *L.i* sg Sejroe sv Hardjo, *L.b* sg Sejroe sv Hardjo, *L.i* sg Sejroe sv Wolfii, *L. sv* Canicola y *L.i* sv Icterohaemorrhagiae solamente se detectaron diferencias

Figura 1. Inmunoreactividad de animales vacunados (n=30) vs no vacunados (n=30), medida por MAT contra 8 antígenos homólogos a los declarados en la vacuna. ▲ = meses de administración de las dosis de vacuna. Los asteriscos indican diferencias significativas en el número de animales reactivos y títulos de anticuerpos anti-leptospira entre grupo vacunado y grupo control: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$  y \*\*\*\* =  $p < 0,0001$  (prueba exacta de Fisher).



significativas respecto al grupo control luego del tercer refuerzo ( $p < 0,0001$ ). El nivel de anticuerpos anti-leptospira contra serovares homólogos y heterólogos, luego del tercer refuerzo, está representado en la Figura 2. Respecto a los serovares homólogos, se observó una mayor respuesta en títulos aglutinantes para *L.i* sg Pomona sv Pomona, *L.i* sg Sejroe sv Hardjo y *L.b* sg Sejroe sv Hardjo, sin diferencia significativa entre estos dos últimos antígenos ( $p = 0,31$ ). En cuanto a los serovares heterólogos, los mayores títulos se detectaron contra la variante *L.i* sg Pomona sv Kennewicki. Sin embargo, dichos títulos fueron significativamente menores a los obtenidos contra *L.i* sg Pomona sv Pomona ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 2). Esto confirma que los anticuerpos inducidos por la vacuna

son serovar-específicos. Se observó además una muy baja reactividad frente a los serovares autóctonos no incluidos en la vacuna como *L.n* sg Australis y sg Autumnalis; y hubo ausencia de detección de anticuerpos para *L.n* sg Pyrogenes y *L.n* de serogrupo no determinado. Estos resultados invitan a considerar la oportunidad de reformular las vacunas anti-leptospira disponibles en Uruguay, buscando proteger los rodeos bovinos contra variantes de *Leptospira* spp. circulantes; y eventualmente optimizar el número de antígenos incluidos en las vacunas, para alcanzar su máxima eficacia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Picardeau M. (2017). Virulence of the zoonotic agent of leptospirosis: still terra incognita? *Nat Rev Microbiol* 15, 297–307.

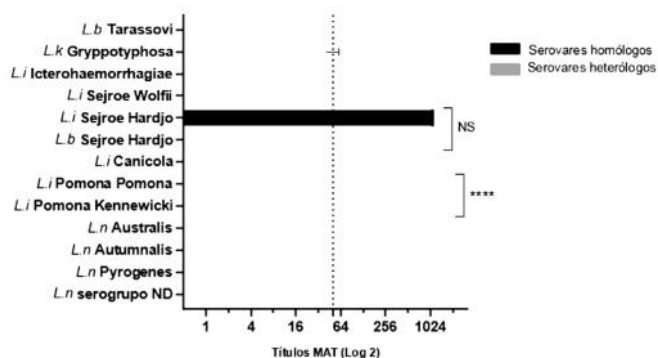
Ellis W.A. (2015). Animal leptospirosis. pp.99-137. Springer, Berlin, Heidelberg.

Adler B. (2015). Vaccines against leptospirosis. *Curr Top Microbiol Immunol*. 387:251-72.

OIE (2016). Leptospirosis. Manual de La OIE Sobre Animales Terrestres, I (Capítulo 3.1.12), 14p.

Zarantonelli L., Suanes A., Meny P., 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 Negl Trop Dis*. 2018;12(9):e0006694.

Figura 2. Respuesta de anticuerpos aglutinantes en animales vacunados ( $n=30$ ), medida por MAT en unidades de titulación, por dilución seriada de los sueros evaluados contra antígenos correspondientes a serovares de *Leptospira* spp homólogos y heterólogos luego del tercer refuerzo. Las barras corresponden a la media del título de anticuerpos, con los errores estándar de la media indicados. La línea de puntos indica el título de corte (50). NS: no significativo ( $p=0,31$ ) y \*\*\*\* =  $p < 0,0001$  (ANOVA unidireccional, prueba de Tukey). ND: serogrupo no determinado.



# FOCO DE INTOXICACIÓN POR *SESSEA VESTIOIDES* EN BOVINOS

Yésica López<sup>\*1</sup>, Pamela Freire<sup>1</sup>, Martín Belveder<sup>1</sup>, Marcos Schanzembach<sup>1</sup>,

Victor Rodríguez<sup>1</sup>, Edgardo Giannechini<sup>1</sup> y Carolina Matto<sup>1</sup>.

1- Laboratorio Regional Noroeste "Miguel C. Rubino", División de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino", Ruta 3 Km 369, Paysandú, Uruguay.

\* Autor de correspondencia: yesicalopez022@gmail.com

## RESUMEN

Se describe un foco de intoxicación por *Sessea vestioides* en bovinos. El foco ocurrió en el año 2021, en el departamento de Salto. Murieron 60 vaquillonas de 1 a 2 años de un total de 330 animales (mortalidad 18%). El cuadro se produjo debido a la caída de un alambrado y posterior ingreso de estos animales a un potrero invadido por *S. vestioides*. Los animales afectados presentaban temblores, deambulación, agresividad, decúbito y muerte entre 12 a 24 horas. Los datos epidemiológicos, las lesiones macroscópicas, así como las lesiones histopatológicas en hígado (necrosis centroacinar hemorrágica difusa) son concluyentes con una intoxicación por *S. vestioides*.

## SUMMARY

It is described an outbreak of intoxication by *Sessea vestioides* in cattle, occurred in 2021, in Salto county. Of 330 one-to-two-years-old heifers, 60 died (18% mortality). Due to a fall of a fence these animals entry into a paddock invaded by *S. vestioides*. Animals intoxicated showed tremors, ambulation, aggressiveness, decubitus and death within 12 to 24 hours. The epidemiological data, gross lesions, as well as the histopathological findings in the liver (diffuse hemorrhagic centroacinar necrosis) are conclusive with intoxication by *S. vestioides*.

## INTRODUCCIÓN

*Sessea vestioides* es un subarbusto de la familia Solanaceae conocida también como "Linnillo paraguayo". Es una planta tóxica presente en Argentina, Paraguay y Brasil (Romanutti y

Hunzinker, 1998). En Uruguay, entre los años 1950 y 2003, fueron reportados varios focos de intoxicación espontánea en bovinos asociadas al consumo de esta planta en el paraje Puntas de Arapey, Salto. Posteriormente, se reprodujo experimentalmente la intoxicación (Alonso et al., 2005).

*S. vestioides* provoca una intoxicación hepática aguda y letal para los bovinos de cualquier categoría. Si bien no se asocia su consumo a una época del año determinada, se ha constatado mayor incidencia de la intoxicación en las estaciones de verano e invierno (Alonso et al., 2005).

Aún existen ciertas incógnitas en cuanto a la presentación de dicha intoxicación, la distribución geográfica de *Sessea vestioides* en Uruguay, cual sería la dosis letal mínima, los principios activos que causan la lesión hepática y si es tóxica o no para otras especies (Alonso et al., 2005).

El objetivo de este trabajo es describir un foco de intoxicación por *Sessea vestioides* diagnosticado en 2021 por Laboratorio Regional Noroeste, DILAVE "Miguel C. Rubino".

## DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote fue registrado en julio del 2021 en un predio ganadero de ciclo completo ubicado en la 12da seccional policial del Departamento de Salto (31°07'54.1"S 56°35'05.4"W). De un total de 330 vaquillonas de 1 a 2 años, se observaron 70 animales afectados de los cuales 60 murieron. Estos animales se encontraban pastoreando de forma rotativa en 7 potreros de



campo natural de unas 100 ha cada uno. El 12/7 se da aviso al administrador que el alambrado del potrero donde se encontraban las vaquillonas cayó y habían pasado a un potrero contiguo, de un vecino. Este lote se había recorrido por última vez el 10/7 no constatando ningún síntoma clínico. El 12/7 se retiran los animales del potrero ya observando animales muertos, el día siguiente (13/7) continúan las muertes y se observan animales con síntomas nerviosos: temblores, deambulación, agresividad, decúbito y muerte. La evolución de los síntomas clínicos hasta la muerte fue de 12 a 24 horas. El administrador mencionó que en el potrero donde habían pasado las vaquillonas el propietario no introducía bovinos porque morirían debido a la presencia de *S. vestioides*.

Durante la visita al establecimiento se recorrió el potrero problema donde se constató la presencia de *Baccharis coridifolia* (mio-mio) y *Sessea vestioides* (linillo paraguayo) y poca disponibilidad de forraje. Se recolectaron plantas para su tipificación.

En total se realizaron 3 necropsias. Los principales hallazgos fueron, petequias multifocales en omaso, mesenterio y pericardio. Hígado con patrón acinar difuso (áreas claras intercaladas con áreas oscuras) (Figura 1B), vesícula biliar distendida con hemorragias multifocales en pared (Figura 1C). Tracto digestivo con escaso contenido. Los demás órganos no presentaban lesiones macroscópicas.

Se tomaron muestras de todos los órganos en formol bufferado al 10%. Posteriormente, las piezas fueron incluidas en parafina, cortados a 5 micras de espesor y teñidos por la técnica de Hematoxilina-Eosina. Al examen histopatológico la lesión más destacada se observó en hígado con necrosis centroacinar hemorrágica difusa; degeneración vacuolar del citoplasma de los hepatocitos mediozonales y periportales. En los demás órganos no se observaron lesiones de significación.

Las plantas recolectadas en el sitio fueron tipificadas como *Sessea vestioides* (Figura 1A).

## DISCUSIÓN

El diagnóstico de la intoxicación fue realizado en base a los signos clínicos, datos epidemiológicos, presencia de la planta, hallazgos de necropsia e histopatología.

*S. vestioides* fue encontrado en el potrero donde habían ingresado accidentalmente los bovinos. Esta planta está presente en esta zona desde hace muchos años ya que se han reportado focos asociados a la ingestión de *S. vestioides* en predios cercanos (Alonso et al., 2005). Se debe tener en cuenta que esta y otras intoxicaciones pueden ocurrir en momentos de escasez forrajera, desconocimiento de la planta o hambre por parte de los animales a lugares donde se encuentran plantas tóxicas (Riet-Correa et al., 1991).

Tal como fue relatado, por el personal y constatado en la visita al predio, la evolución de la intoxicación es de tipo aguda, ya que desde la aparición de los síntomas hasta la muerte pasaron entre 12 a 24 horas. Debido a que el principal órgano afectado fue el hígado, se podría decir que este cuadro es de tipo hepatotóxico agudo, en concordancia con Alonso et al (2005).

## CONCLUSIONES

Los hallazgos clínicos, macro e histopato-



Figura 1. A. Planta de *Sessea vestioides* colectada en el potrero problema. B. Bovino, hígado, patrón acinar difuso. C. Vesícula biliar distendida, edema difuso y hemorragias multifocales en pared. D. Hígado, necrosis de los hepatocitos centroacinares, hemorrágica, difusa H-E, 60X.

lógicos, asociados a la presencia de la planta son compatibles con un cuadro de intoxicación por *Sessea vestioides* en bovinos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Alonso, M., Bianchi, J., Núñez, J. (2006). Intoxicación por *Sessea vestioides* en bovinos de Uruguay. (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

Riet-Correa, F., Méndez, M. del C., Schild, A.L. (1991) Introdução ao estudo das plantas tóxicas. F. Riet-Correa, M. del C. Mendez, Intoxicações por plantas e micotoxicoses em animais domésticos (pp. 1-20). Montevideo: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.

Romanutti, A., Hunzinker, A. (1998). Flora famerogámica Argentina. Solanaceae parte XII tribu XI Cestreae. Fascículo 55, 256pp. Solanaceae, parte 7, tribu VI Cestreae. Proflora Coniset Argentina: 15.

# OPTIMIZACIÓN DE UN MODELO IN VITRO DE EVALUACIÓN DE CITOTOXICIDAD CON ESPERMATOZOIDES DE RUMIANTES

M. Florencia Puigvert<sup>1</sup>; Macarena Eugui<sup>1</sup>; Mauricio Cabrera<sup>1</sup>; Jorge Gil<sup>1</sup>

1- Cenur Litoral Norte. Sede Paysandú. Universidad de la República.

## RESUMEN

El desarrollo de fármacos requiere de estudios preclínicos de toxicidad que implican el uso y eutanasia de animales de experimentación o la utilización de cultivos celulares. Estos métodos tienen muchas desventajas como temas bioéticos y costos elevados, lo cual ha incentivado la búsqueda de materiales biológicos alternos. Los espermatozoides de mamíferos son una buena alternativa. El objetivo del siguiente trabajo fue optimizar un ensayo de citotoxicidad *in vitro* a través de la evaluación de calidad y cinética espermática de semen bovino mediante microscopía y un sistema CASA. Los datos obtenidos fueron comparados con un modelo *in vitro* de citotoxicidad en líneas celulares tumorales (MCF-7; HT-29; NCI-H460; y C6).

## SUMMARY

Drug development requires preclinical toxicity studies that involve the use and euthanasia of experimental animals or the use of cell cultures. These methods have disadvantages, such as bioethical issues and high costs, which has encouraged the search for alternative biological materials. Mammalian sperm are an excellent alternative. The following work aimed to optimize an *in vitro* cytotoxicity assay by sperm quality and kinetics evaluated by microscopy and a CASA system. The data obtained were compared with an *in vitro* model of cytotoxicity in tumor cell lines (MCF-7; HT-29; NCI-H460; and C6).

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos fármacos requiere de estudios preclínicos de toxicidad que impli-

can el uso y eutanasia de millones de animales de laboratorio por año. Esto es un tema de debate bioético, por lo que actualmente se buscan alternativas a la utilización de animales de experimentación (Vicente-Carrillo et al., 2015). La utilización de cultivos de células y tejidos de mamíferos *in vitro* para la evaluación de toxicidad de fármacos ha tenido gran desarrollo demostrando ser un sistema efectivo y de uso rutinario (Freshney, 2010), que permiten evaluar el daño celular luego de la exposición a compuestos químicos. Estos modelos tienen como ventaja la posibilidad de utilizar células de diversos orígenes histológicos y diferentes especies, pero implican costos importantes en la compra de líneas celulares comerciales, condiciones de trabajo asépticas, parámetros para el cultivo (temperatura, humedad y atmósfera, medios, suplementos) y sistemas de congelamiento de stocks (Freshney, 2010). Por dicha razón, se buscan otros materiales biológicos alternativos como espermatozoides de mamíferos (Vicente-Carrillo et al., 2015). Los espermatozoides son células capaces de demostrar viabilidad mediante el movimiento progresivo gracias al bateo simétrico del flagelo, dependiente del metabolismo mitocondrial y reservas de ATP (Peña et al., 2009). Los cambios que manifiestan son identificables y cuantificables mediante diferentes técnicas, haciendo a los espermatozoides un modelo adecuado para el estudio de mecanismos de acción de compuestos bioactivos (Vicente-Carrillo, 2018). Para detectar dichos cambios en la cinética se usan sistemas computarizados de análisis de semen (CASA), basándose en la digitalización de imágenes sucesivas de una suspensión de semen en un lapso de tiempo. El objetivo del presente trabajo fue optimizar un ensayo de citotoxicidad *in vitro* con espermatozoides bovinos mediante microscopía y un sistema CASA

(Androvision®, Minitube, Alemania). Los datos obtenidos fueron comparados con el modelo *in vitro* de citotoxicidad en líneas celulares tumorales (MCF-7: cáncer de mama; HT-29: cáncer de colon; NCI-H460: cáncer de pulmón; y C6 (ATCC® CCL-107™) glioma de rata).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dosis comerciales de semen de un bovino adulto de raza Aberdeen Angus, congeladas en pajuelas de 0,5 mL y almacenadas en N2 líquido (-196°C) de acuerdo a estándares comerciales (Baracaldo et al., 2007). Para cada ensayo, se descongelaron dos pajuelas a 37°C por 40 segundos, y se realizó un pool de ambas en microtubos de 1,5 mL. Se diluyeron en PBS (pH 7 tampón fosfato salino) hasta la concentración estandarizada de análisis (40x10<sup>6</sup> esp./mL). Se evaluó a 37°C en cámara Makler® (10µL), con microscopía óptica (Olympus BX41, PHnegativo, Tokio, Japón) usando el software AndroVision®. El análisis cinético se realizó previo y posterior a cada paso de dilución e incubación con los compuestos. Se evaluaron 15 compuestos quími-

cos de síntesis desarrollados como potenciales antitumorales y antiparasitarios (Compuestos 1-15) y un ectoparasitocida comercial de uso veterinario (Fipronil). Las soluciones stock de los compuestos seleccionados fueron preparadas en 100% de dimetilsulfóxido (DMSO) a una concentración de 10 mM, y posteriormente se realizaron diluciones hasta alcanzar 100µM 1% DMSO. Se realizaron suspensiones semen-compuesto (50 + 50 µL) y se incubaron en placa de 96 pocillos a 37°C con agitación orbital por un período de 30 minutos, conjuntamente con un control negativo 1% DMSO, todo por duplicado. Luego de la incubación se evaluó la cinética espermática en muestras incubadas con cada compuesto en estudio. Para cada evaluación se tomaron 4 secuencias (60 campos/s). Al final del proceso el software determinó el porcentaje de motilidad progresiva (%PROG) y velocidad promedio de la trayectoria espermática (VAP µm/s).

Las comparaciones de este modelo de citotoxicidad se hicieron con datos de cultivos celulares de cuatro líneas tumorales diferentes: MCF-7: cáncer de mama; HT-29: cáncer

Tabla 1. Tabla comparativa entre indicadores de toxicidad del cultivo de líneas celulares (MCF-7, HT-29 y NCI-H460) medidos por el ensayo de SRB, y el modelo de citotoxicidad de espermatozoides bovinos. La concentración del compuesto testeado es de 100µM 1% DMSO.

COMP.	IC50 (µM)			% PROG	% VAP
	MCF-7	HT-29	NCI-H460	ESPERM.	
1	>100	>100	>100	116,4	98,5
2	>100	>100	>100	107,4	105,0
3	>100	>100	>100	115,6	110,0
4	(59.8 ±7.9)	(47.3±4.9)	(56.4±2.0)	84,7	108,4
5	(17.3±4.1)	(50.7±2.2)	(49.7±2.4)	28,7	162,3
6	>100	>100	>100	87,9	112,7
7	>100	>100	>100	93,6	111,7
8	(47.9 ±6.6)	>100	>100	41,3	104,1
9	(6.40 ±0.9)	(24.3 ±1.4)	(32.4 ±0.9)	64,7	104,0
10	>100	>100	>100	118,1	111,0
11	>100	>100	>100	96,7	111,1
12	>100	>100	>100	106,5	109,9
13	>100	>100	>100	101,3	101,8
14	(2.5 ±0.9)	(6.0 ±0.2)	(3.7±1.1)	8,0	295,5
15	(2.9 ±0.2)	(7.7±0.03)	(2.9 ±0.3)	74,1	101,1



de colon; NCI-H460: cáncer de pulmón; y C6 glioma de rata. El análisis de citotoxicidad que se empleó para los cuatro tipos celulares, fue un ensayo colorimétrico de sulforodamina B (SRB) diseñado por el Instituto Nacional del Cáncer de los EEUU. Paralelamente, se realizó un análisis por medio del método de MTT solamente en la línea C6. La sensibilidad de los ensayos de citotoxicidad sobre líneas celulares tumorales se evaluó comparando la concentración inhibitoria media máxima (IC50).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de citotoxicidad espermática expresados como la diferencia porcentual respecto del control (Tabla 1), fueron congruentes con los de los modelos en líneas celulares tumorales.

Los compuestos tóxicos en diferentes cultivos celulares también lo fueron en espermatozoides. El compuesto 8, que había manifestado toxicidad únicamente en una línea celular (MCF-7), también produjo una notoria disminución del %PROG (41,3% respecto al control) revelando la sensibilidad del modelo alternativo. La VAP fue notoriamente mayor respecto del control negativo en los dos compuestos más citotóxicos (C5 y C14), compatible con hiperactivación espermática.

Dentro de las ventajas del uso de semen bovino frente al cultivo de células, se destaca que es una práctica relativamente económica dado que se pueden obtener comercialmente y de una sola vez gran cantidad de células frescas a bajo costo. No se requieren condiciones asépticas, tiempo de preparación pre

y/o post incubación, y los ensayos se realizan en tiempos muy cortos (Freshney, 2010; A. Vicente-Carrillo et al., 2015). Una de las virtudes más importantes de este modelo es que no hay sufrimiento animal ya que la extracción de semen se realiza por métodos para fisiológicos no invasivos (Baracaldo et al., 2007). En la Tabla 2 se presentan los resultados del ensayo colorimétrico de SRB y de MTT sobre el cultivo celular C6 para fipronil comparados con el modelo de citotoxicidad espermática. Los resultados de este último modelo son expresados como la diferencia porcentual respecto del control, pudiendo observarse claramente la disminución de los valores de %PROG luego de ser incubados con la droga, demostrando así toxicidad *in vitro*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baracaldo, M. I., Barth, A. D., & Bertrand, W. (2007). Pasos para el congelamiento de semen bovino. *IVIS Reviews in Veterinary Medicine*, 12.

Freshney, R. I. (2010). Culture of Animal Cells. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.

Peña, F. J., Rodríguez Martínez, H., Tapia, J. A., Ortega Ferrusola, C., González Fernández, L., & Macías García, B. (2009). Mitochondria in mammalian sperm physiology and pathology: A review. *Reproduction in Domestic Animals*, 44(2), 345–349.

Vicente-Carrillo, A., Edebert, I., Garside, H., Cotgreave, I., Rigler, R., Loitto, V., Magnusson, K. E., & Rodríguez-Martínez, H. (2015). Boar spermatozoa successfully predict mitochondrial modes of toxicity: Implications for drug toxicity testing and the 3R principles. *Toxicology in Vitro*, 29(3), 582–591.

Vicente-Carrillo, Alejandro. (2018). The Usefulness of Sperm Kinematics in Drug-Induced Toxicity Assessment. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 123(1), 3–7.

Tabla 2. Tabla comparativa entre indicadores de toxicidad del cultivo de células tumorales C6 medidos por el ensayo de SRB y de MTT, y el modelo de citotoxicidad de espermatozoides bovinos. La concentración del compuesto testeado es de 100µM 1% DMSO.

	IC50 (µM)		% PROG	% VAP
	SRB	MTT		
Compuesto	C6		ESPERM.	
Fipronil	98.2	77.5	50 %	100 %

# Campilobacteriose Genital Bovina no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Franciele Maboni Siqueira<sup>1</sup>, Silvia De Carli<sup>1</sup>, Gabriela Breyer<sup>1</sup>, Larissa Zitelli<sup>1</sup>,

Maria Eduarda Dias<sup>1</sup>, Maria Eduarda Rocha Jacques da Silva<sup>1</sup>, Camila Moni<sup>1</sup>,

Cassiane Elisabete Lopes<sup>1</sup>, Milton Cattáneo<sup>2</sup>, Márcio Borsato<sup>2</sup>, Rogers Gomes<sup>2</sup>,

Rosane Collares Moraes<sup>3</sup>, Francisco Paulo Nunes Lopes<sup>3</sup>, Eduardo de Freitas Costa<sup>4</sup>,

Ruben Sosa<sup>2</sup>

1- Laboratório de Bacteriologia Veterinária (LaBacVet) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre/ Rio Grande do Sul. Brasil.

2- Laboratorios Microsules Uruguay S.A. Departamento de Canelones, Uruguai

3- Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural - SEAPDR/RS. Departamento de Defesa Agropecuária (DDA). Porto Alegre/Rio Grande do Sul. Brasil.

4- Wageningen University, Wageningen Bioveterinary Research. Lelystad. Holanda

## Resumo

A prevalência da Campilobacteriose Genital Bovina (CGB) no estado do Rio Grande do Sul (RS) e no Brasil é desconhecida. A compreensão da prevalência da doença é o primeiro passo para desenvolver estratégias de controle e determinar a eficácia das práticas atuais de biossegurança e gerenciamento do risco da infecção. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a prevalência da CGB em touros no estado do RS. Foram coletados muco prepuciais de 485 touros, representando 99 fazendas do RS, divididas estatisticamente entre as sete mesorregiões produtoras. No total 68 fazendas tiveram pelo menos um dos touros identificados como positivos para *C. fetus* subsp. *venerealis*, representando uma prevalência de 68,5%. A alta prevalência de CGB identificada é um alerta para a circulação desta importante doença venérea. Medidas de controle e prevenção da CGB precisam ser implementadas em todo o estado do RS para a redução da incidência de CGB, a fim de melhorar os índices reprodutivos.

## Summary

The prevalence of Bovine Genital Campylobacteriosis (BGC) in both the state of Rio Grande do Sul (RS) and the entire Brazil is unknown. The understanding of the disease prevalence is the first step in developing control strategies

and determination of the effectiveness of current biosecurity and infection risk management practices. Therefore, the objective of this work was to determine the prevalence of BGC in bulls from state of RS. Preputial mucus was collected from 485 bulls, representing 99 farms in RS. The farms were statistically divided among the seven producing mesoregions from RS. A total of 68 farms had at least one of the bulls identified as positive for *C. fetus* subsp. *venerealis*, representing a prevalence of 68.5%. The high prevalence of BGC identified is an alert for the circulation of this important venereal disease. Both measures of control and prevention to BGC need to be implemented throughout the state of RS to reduce the incidence of BGC in order to improve reproductive rates.

## Introdução

Dentre os importantes fatores associados à rentabilidade da pecuária bovina, destacam-se fatores relacionados a reprodução. Consequentemente, as falhas reprodutivas impactam diretamente o setor, sendo as doenças venéreas as principais responsáveis por essas perdas (Junqueira; Alfieri, 2006). Um importante grupo de bactérias que pode levar a alterações reprodutivas em bovinos concerne às bactérias da espécie *Campylobacter fetus* (Sahin et al., 2017). *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* é uma bactéria que habita exclusivamente o trato reprodutor de bovinos, atuando

como o agente etiológico da Campilobacteriose Genital Bovina (CGB). Os touros apresentam grande importância para a CGB, pois são portadores assintomáticos. Essa enfermidade representa uma das principais causas de distúrbios reprodutivos em bovinos, interferindo no intervalo entre os partos e causando o retorno ao cio nas fêmeas, o que afeta os índices de natalidade por estação reprodutiva (Alves et al., 2011; Giuffrida, 2016; Sahin et al., 2017). O desconhecimento da real prevalência de *C. fetus* subsp. *venerealis* nos rebanhos bovinos impede a correta quantificação das perdas econômicas ocasionadas pela CGB. Países que rastreiam *C. fetus* subsp. *venerealis* estimam que a doença representa uma redução de 10% a 25% na taxa de prenhez dos rebanhos infectados, com perdas anuais de USD 15,09 milhões a USD 165 milhões, devido ao custo de reposição de novilhas e vacas (Hoque et al., 2021; Jimenez et al., 2011). Diante da inexistência de dados de prevalência de CGB no estado do Rio Grande do Sul (RS)/Brasil, nosso objetivo foi identificar a presença de *C. fetus* subsp. *venerealis* nos rebanhos do estado do RS a fim de determinar sua prevalência.

### Materiais e Métodos

Para traçar a prevalência da CGB as fazendas com touros em idade reprodutiva foram identificadas, e a partir do número total de fazendas com touros, em todo o estado do RS, foi analisado o número de fazendas a serem coletadas dentro de uma prevalência estimada de CGB entre rebanhos de 50%. Para a de-

Tabela 1. Relação entre as mesorregiões do estado do RS e número de animais positivos.

Mesorregião	Animais positivos	%
Sudoeste Rio-Grandense	62	27,5
Centro Ocidental Rio-Grandense	27	31
Sudeste Rio-Grandense	22	40
Noroeste Rio-Grandense	5	11,5
Metropolitana de Porto Alegre	19	50
Nordeste Rio-Grandense	7	37
Centro Oriental Rio-Grandense	2	12,5
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>29,5</b>

terminação do número de touros coletados em cada fazenda, foi empregada uma prevalência intrarebanho estimada em 30%. Finalmente, a distribuição geográfica das fazendas coletadas foi determinada levando em conta a destruição geográfica no RS das fazendas declaradas como fazendas que fazem uso de touros. A proporção da densidade de animais-alvo para cada mesorregião do RS foi tomada como base para a distribuição estatística dos municípios a serem incluídos no estudo. As coletas e análises foram realizadas no intervalo de Julho de 2020 a Dezembro de 2021. Para as coletas de muco prepucial, os animais foram mantidos em repouso sexual de pelo menos sete dias. Inicialmente, foi realizada tricotomia do óstio prepucial, seguida de limpeza do óstio com água e papel toalha. A coleta do muco prepucial foi realizada por escovagem. A escova contendo o muco coletado foi mantida sob proteção da luz e congelada por até 10 dias antes do processamento laboratorial (De Carli et al., 2020). DNA genômico total foi extraído dos mucos prepuciais, seguido de reação de PCR para identificação de *C. fetus* subsp. *venerealis* (De Carli et al., 2022). Os amplicons foram todos submetidos a sequenciamento para confirmação da identidade.

### Resultados e Discussão

A partir da metodologia estatística, 99 fazendas foram sorteadas, distribuídas entre 56 municípios nas sete mesorregiões do estado do RS. Dentre estas fazendas incluídas no estudo, 68, representando 68,5%, foram classificadas com o *status* de positivas para Campilobacteriose. A prevalência de CGB foi variável entre as mesorregiões do estado do RS, onde podemos identificar regiões com mais de 83% de fazendas positivas para CGB. Foram coletados e analisados 485 animais. Quando analisamos individualmente os touros, observamos que touros localizados em áreas geográficas com menor produção de bovinos de corte tem número de positividade igual ou maior ao de áreas com de grande produção e rebanho (Tabela 1).

Estudos que reportaram a presença CGB nos rebanhos brasileiros estimam que as taxas de ocorrência desta bactéria podem variar de 1,8% a 52% (De Carli et al., 2022; Balzan et al., 2020; Silveira et al., 2018). Especificamente no RS, a taxa de detecção estimada entre 2011 e 2018 foi de 8% (Balzan et al., 2020). No entanto, essa taxa pode ser ainda maior, uma vez que um estudo recente conduzido entre 2019 e 2020, reportou que aproximadamente 50% dos touros provenientes de fazendas gaúchas com baixas taxas reprodutivas, carregavam *C. fetus* subsp. *venerealis* nas criptas prepuciais (De Carli et al., 2022). A variabilidade observada nas ocorrências de CGB pode estar relacionada à dificuldade de detecção de *C. fetus* subsp. *venerealis*, pelos métodos de cultivo convencional e fluorescência (Schmidt et al., 2012), que no passado eram as abordagens mais comuns. Atualmente, o método mais indicado na rotina laboratorial para diagnóstico de CGB, por apresentar maior sensibilidade e especificidade, são os métodos moleculares (Polo et al., 2021; OIE, 2018). Devido a alta prevalência de CGB medidas de controle e prevenção precisam ser implementados em todo o estado do RS para a redução de sua incidência, a fim de melhorar os índices reprodutivos.

### Referência Bibliográfica

- Alves TM, Stynen APR, Miranda KL, Lage AP. Campilobacteriose genital bovina e tricomonose genital bovina: epidemiologia, diagnóstico e controle. *Pesq. Vet. Bras.* 31(4):336-344, 2011.
- Balzan C, Ziech RE, Gressler LT, De Vargas APC. Bovine genital campylobacteriosis: Main features and perspectives for diagnosis and control. *Cienc. Rural.* 50(3), 2020.
- De Carli S, Saggina B, Dias ME, Lopes CE, Dalto AGC, Rolim VM, Zucco R, Pastre G, Borges JB, Siqueira FM. Frozen bovine preputial mucus as a suitable sample for the direct molecular diagnosis of *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*. *J. Microbiol.* 179:1-3, 2020.
- De Carli S, Dias ME, Da Silva MERJ, Breyer GM, Siqueira FM. Survey of beef bulls in Brazil to assess their role as source of infectious agents related to cow infertility. *JVDI.* 34(1):54-60, 2022.
- Hoque N, Islam SKS, Haque AKMZ, Hossain MDM. Economic loss associated with bovine campylobacteriosis in selected districts of Bangladesh. *Int. J. Livest. Prod.* 12(4):183-194, 2021.
- Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE), 2020. Produção da Pecuária Municipal. v.48. IBGE, 12p.
- Junqueira JRC, Alfieri AA. Reproductive failures in beef cattle breeding herds with emphasis for infectious causes. *Semin. Cienc. Agrar.* 27(2):289-298, 2006.
- Polo C, García-Seco T, Hernández M, Fernández V, Rodríguez-Lázaro D, Goyache J, Domínguez L, Pérez-Sancho M. Evaluation of PCR assays for *Campylobacter fetus* detection and discrimination between *C. fetus* subspecies in bovine preputial wash samples. *Theriogenology.* 172:300-306, 2021.
- Sahin O, Yaeger M, Wu Z, Zhang Q. *Campylobacter*-Associated Diseases in Animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 5:21-42. 2017.
- Schmidt T, Venter EH, Picard JA. Evaluation of PCR assays for the detection of *Campylobacter fetus* in bovine preputial scrapings and the identification of subspecies in South African field isolates. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* v. 81(2):87-92, 2012.
- Silveira CS, Fraga M, Giannitti F, Marcías-Rioseco M, Riet-Correa F. Diagnosis of Bovine Genital Campylobacteriosis in South America. *Front. Vet. Sci.* 5:1-9, 2018.



# ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA VARIANTE AUTÓCTONA DE LEPTOSPIRA PARA SU POTENCIAL USO COMO ANTÍGENO EN VACUNAS DE USO VETERINARIO

Camila Ciuffo,<sup>1</sup> Ana Paula Arévalo<sup>2</sup>, Federico García<sup>1</sup>, Yisell Perdomo<sup>3</sup>, Martina Crispo<sup>2</sup>,

Federico Giannitti<sup>3</sup>, Alejandro Buschiazzo<sup>4</sup>, Leticia Zarantonelli<sup>1,4</sup>

1- Unidad Mixta Pasteur + INIA.

2- Unidad de Biotecnología en Animales de Laboratorio.

3- Plataforma de Investigación en Salud Animal, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

4- Laboratorio de Microbiología Molecular y Estructural, Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay.

## RESUMEN

En Uruguay, *Leptospira interrogans* serogrupo Pomona serovar Kennewicki es una de las variantes más frecuentemente aislada en bovinos. Las vacunas actualmente disponibles contra leptospirosis bovina no incluyen esta variante autóctona. En este trabajo evaluamos la capacidad infectiva e inmunogénica de la variante autóctona de *L. interrogans* Pomona Kennewicki aislada de bovinos, en un modelo murino de infección sub-letal y crónica utilizando una vía de infección natural. Los resultados obtenidos demuestran la capacidad infectiva, de diseminación sanguínea, colonización del parénquima renal e inmunogenicidad de este aislamiento autóctono validando así su potencial uso como antígeno de interés a ser incluido en la formulación de vacunas anti-leptospira de uso veterinario en Uruguay y la región.

## SUMMARY

*Leptospira interrogans* serogroup Pomona serovar Kennewicki is one of the most frequently isolated variants in cattle in Uruguay. Currently available vaccine against bovine leptospirosis do not include this autochthonous strain. In this work we evaluated the infective and immunogenic capacity of the autochthonous variant of *L. interrogans* Pomona Kennewicki isolated from bovines, in a chronic sublethal murine model using a natural route of infection. The results demonstrate the infective capacity, blood dissemination, colonization of the renal parenchyma and immunogenicity of this autochthonous isolate, thus validating its potential use as an

antigen of interest to be included in the formulation of anti-leptospira vaccines for veterinary use in Uruguay and the region.

## INTRODUCCIÓN

En Uruguay recientemente se lograron los primeros aislamientos autóctonos de *Leptospira* spp. patógenas obtenidos de ganado bovino, pertenecientes a 3 especies diferentes: *L. interrogans* (sg. Pomona sv Kennewicki y sg. Canicola sv Canicola), *L. borgpetersenii* (sg. Sejroe sv Hardjo) y *L. noguchii* (sg. Australis, Autumnalis, Pyrogenes y no aglutinables con el panel de sueros de referencia), siendo *L. interrogans* Pomona Kennewicki la variante más frecuentemente aislada (Zarantonelli et al., 2018). Esta también fue identificada en brotes de leptospirosis en ovinos y jabalíes (*Sus scrofa*) (Hamond et al., 2019, Hamond et al., 2019) y en casos de leptospirosis humana, sugiriendo potencial transmisión zoonótica (Meny et al., 2017). Las vacunas para la prevención de leptospirosis están formuladas con bacterias enteras inactivadas de diferentes serovares de *Leptospira* spp. Para su efectividad, la OIE recomienda incluir los serovares (preferentemente los genotipos) circulantes en una determinada región. Las vacunas disponibles en Uruguay contienen con cepas que podrían ser antigénicamente distintas a las variantes de leptospira que infectan al ganado bovino, pudiendo comprometer su eficacia en la protección contra la enfermedad y/o la infección cuando los animales están expuestos a serovares circulantes. El objetivo de este estudio fue evaluar atributos de virulencia, patogenicidad e

inmunogenicidad de *Leptospira interrogans* sg Pomona sv Kennewicki, en un modelo murino mimetizando una vía de infección natural.

### MATERIALES Y MÉTODOS

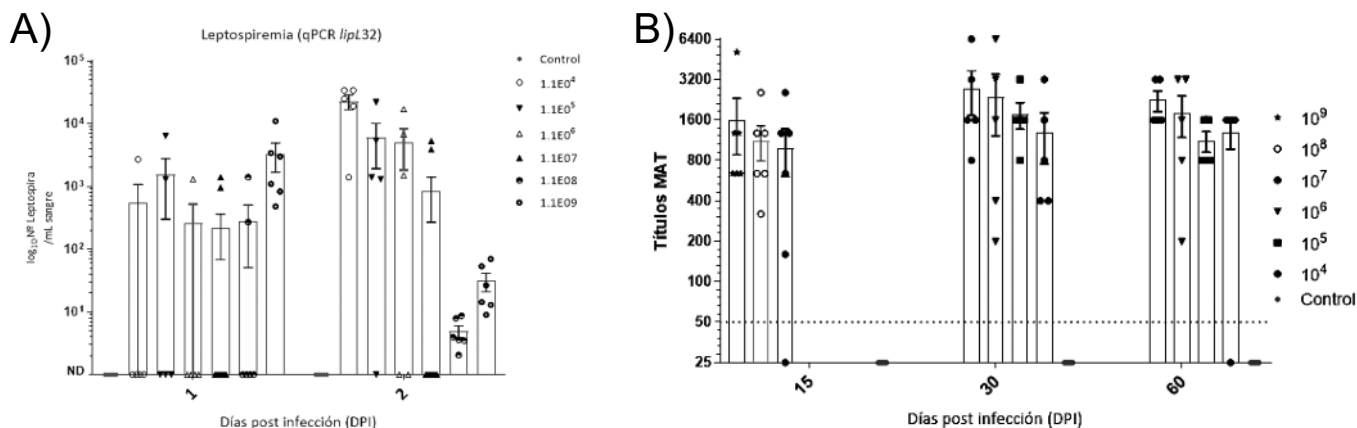
El aislamiento IP1710039 obtenido de un bovino de un establecimiento agropecuario con antecedentes de abortos fue utilizado para infectar por vía intranasal ratones hembra C57BL/6J de 8 semanas de edad. (Protocolo 003/20 aprobado por la CEUA del IPMon). Se inocularon dosis infectivas de  $10^9$ ,  $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ ,  $10^5$  y  $10^4$  en grupos de n=5-6 animales, y tampón PBS en el grupo control. Se registró el peso de los animales diariamente. Para evaluar la capacidad infectiva, se determinó la leptospiremia (sangre) durante 7 días post infección (DPI), la leptospiruria (orina) y la colonización renal a los 15 y 60 DPI mediante amplificación del gen *lipL32* por qPCR. La presencia de leptospiras viables en riñón se confirmó mediante cultivo microbiológico en medio Ellinghausen-McCullough-Johnson-Harris (EMJH). Se evaluaron cambios histológicos renales a los 15 y 60 DPI mediante estudio de secciones transversales de ambos riñones coloreadas con hematoxilina y eosina (incluyendo corteza y médula). La respuesta inmune humoral se estudió cuantificando títulos de anticuerpos aglutinantes anti-leptospira a los 15, 30 y 60 DPI mediante test de microaglutinación (MAT).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien hasta los 3 DPI hubo una disminu-

ción transitoria en el peso de los animales infectados con los inóculos más altos ( $10^9$  y  $10^8$  leptospiras), estos recuperaron luego una ganancia de peso similar a la del grupo control. Se observó una fase de leptospiremia transitoria a las 24 y 48 horas PI para todos los inóculos evaluados (Fig.1.A), confirmando la capacidad de *L. interrogans* Pomona Kennewicki de infectar través de la mucosa nasal. Evaluando la colonización renal, en un primer ensayo se observó leptospiruria a los 7 DPI para inóculos de  $10^7$ ,  $10^8$  y  $10^9$ , con una mayor carga de leptospiras en orina a los 15 DPI en el grupo con el inóculo más bajo ( $10^7$ ). Luego, se evaluó la cronicidad de la infección desafiando con inóculos de  $10^7$  hasta  $10^4$  leptospiras, observando en todos los casos que la cantidad de leptospiras excretadas en orina fue en aumento hasta los 30 DPI, manteniéndose un nivel constante hasta los 60 DPI (Fig.2. A y B). Se cuantificó la carga de leptospiras en el riñón a los 15 y 60 DPI observándose en promedio una menor carga bacteriana en el grupo infectado con  $10^9$  leptospiras, de acuerdo con lo observado en los niveles de leptospiruria (Fig.3. A y B). La presencia de leptospiras viables en muestras de tejido renal se confirmó mediante cultivo y aislamiento bacteriológico. Se evidenciaron lesiones histológicas mínimas en el parénquima renal de algunos animales infectados (8/18) a los 15 DPI, mientras que a los 60 DPI se observaron lesiones mínimas a severas en 19 de 20 animales infectados, demostrando patogenicidad y colonización bacteriana en cronicidad. Por último, se evidenció la inmunogenicidad de *L. interrogans* Pomona Kennewicki

Figura 1. Detección de leptospiras en sangre a las 24 y 48 hs post-infección (A). Títulos de anticuerpos detectados por MAT (B)



en todos los inóculos ensayados, con cuantificación de títulos de anticuerpos entre 200 y 6.400 (Fig.1.B). Estos resultados demuestran la capacidad infectiva a través de la mucosa nasal, diseminación sanguínea, colonización del parénquima renal e inmunogenicidad de la variante autóctona de *L. interrogans* Pomona Kennewicki validando su potencial uso como antígeno de interés a ser incluido en la formulación de vacunas anti-leptospira de uso veterinario en Uruguay y la región. Además, la estandarización de un modelo murino de infección sub-lethal y crónica resulta de interés para evaluar nuevas formulaciones de vacunas dirigidas a controlar la infección y colonización renal por leptospira.

strains from naturally infected cattle in Uruguay reveals high serovar diversity, and uncovers a relevant risk for human leptospirosis. PLoS Negl Trop Dis.

Hamond C, Silveira CS, Buroni F, Suanes A, et al. (2019) *Leptospira interrogans* serogroup Pomona serovar Kennewicki infection in two sheep flocks with acute leptospirosis in Uruguay. Transbound Emerg Dis.

Hamond, C., Nieves, C., Cabrera, A., Silveira, C.D., et al. (2019) L. Wild boars (sus scrofa) are reservoirs of *Leptospira interrogans* in Uruguay. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP.

Meny P, Menéndez C, Quintero J, Hernández E, et al. (2017) Characterization of *Leptospira* isolates from humans and the environment in Uruguay. Rev Inst Med Trop Sao Paulo.

## BIBLIOGRAFÍA

Zarantonelli L, Suanes A, Meny P, Buroni F, et al. (2018) Isolation of pathogenic *Leptospira*

Figura 2. Cinética de excreción de *L. interrogans* Pomona Kennewicki en orina a los 15 (A) y 60 (B) DPI

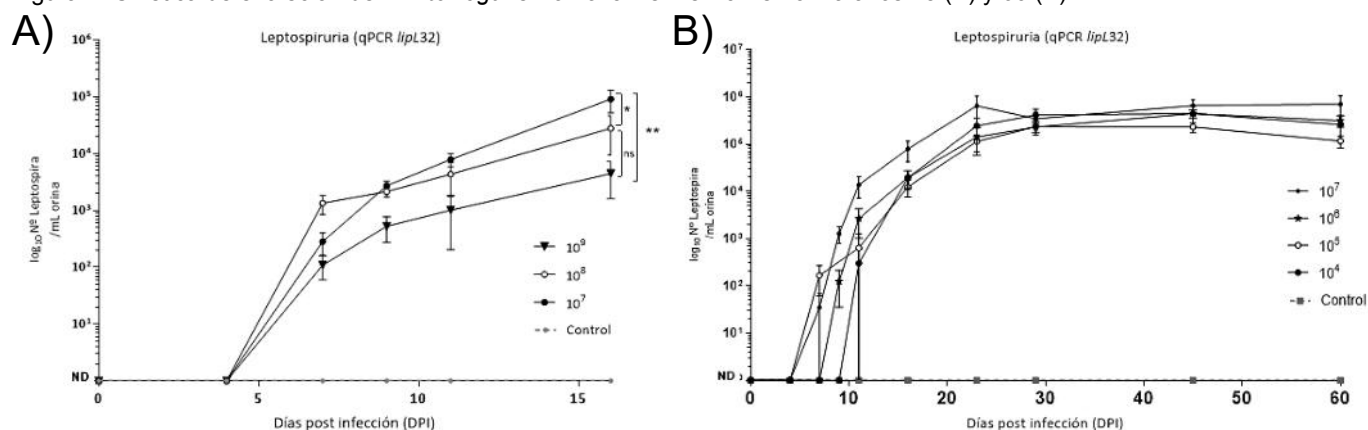
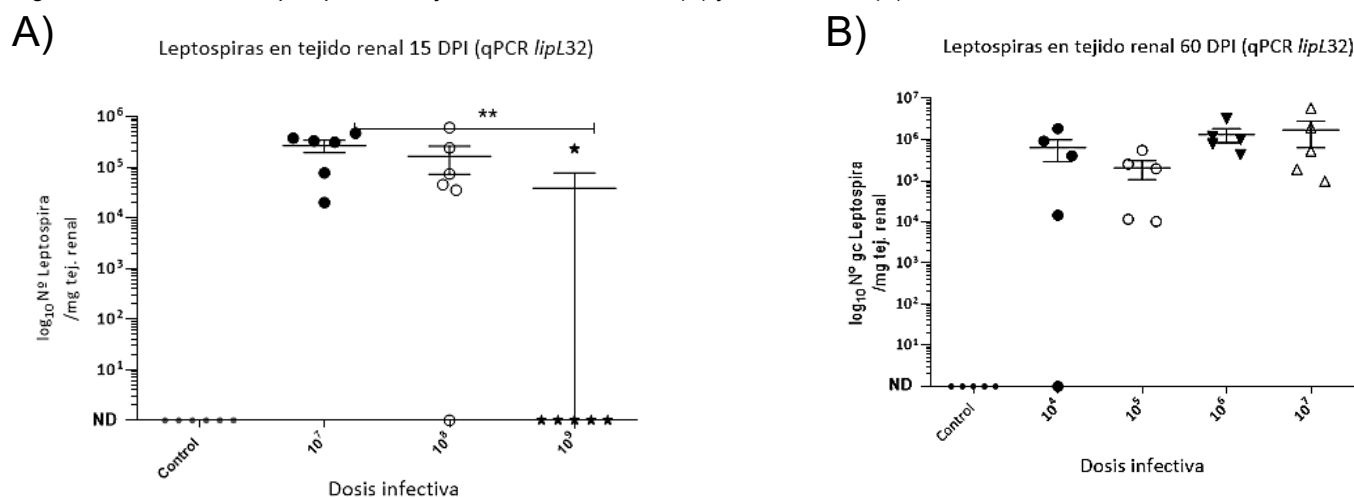


Figura 3. Detección de leptospiras en tejido renal a los 15 DPI (A) y a los 60 DPI (B)



# Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos y bajos recuentos de células somáticas al momento del secado.

*Pastorini, M.<sup>1\*</sup>; Pomiés, N.<sup>2,3</sup>; Blanco, F.; Ribero, A.; Semper, F.; Cajarville, C.<sup>4</sup>;*

*Repetto, J.L.<sup>3</sup>; Mendoza, A.<sup>5</sup>*

1- UdelaR -Facultad de Veterinaria. Campo Experimental N° 2. Ruta 1 km 42,5, Libertad - San José.

2- UTEC – Tecnólogo en Sistemas de Producción Lechera.

3- UdelaR-Facultad de Veterinaria, Unidad de Producción de Bovinos de Leche.

4- UdelaR-Facultad de Veterinaria, Unidad de Nutrición.

5- INIA-La Estanzuela, Programa de Producción de Leche

\* maxipas@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el proceso de transferencia de inmunidad pasiva (TIP) en terneros nacidos y alimentados con calostro de vacas lecheras con altos o bajos recuentos de células somáticas (RCS) al momento del secado. Para ello se utilizaron 40 terneros, en un diseño factorial 2 x 2, combinando el efecto de 2 factores (tipo de ternero y tipo de calostro), cada uno con dos niveles (alto o bajo RCS). Se observó que tanto la interacción entre el tipo de ternero y el tipo de calostro, así como el tipo de calostro utilizado no fueron significativos. Sin embargo, los terneros nacidos de vacas con bajos RCS al secado presentaron una mayor concentración sérica de IgG que los terneros nacidos de vacas con altos RCS al secado. Se concluye que el RCS al secado en vacas lecheras afecta el nivel de TIP lograda en los terneros nacidos de las mismas, aunque en las condiciones del presente estudio esto no determinó que los terneros tuvieran una TIP deficiente.

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the process of transfer passive of immunity (TPI) in calves born and fed colostrum from dairy cows with high or low somatic cell counts (SCC) at drying off. For this purpose, 40 calves were used, in a 2 x 2 factorial design, combining

the effect of 2 factors (calf type, and colostrum type), each with two levels (high or low SCC). It was observed that the interaction between calf type and colostrum type, as well as the colostrum type used were not significant. However, calves born to cows with low SCC at drying off showed higher serum IgG concentration than calves born to cows with high SCC at drying. It is concluded that SCC at dry-off in dairy cows affects the level of TPI achieved in calves born from these cows, although under the conditions of this study this does not determine that these calves present a deficient TPI.

## INTRODUCCIÓN

El calostro contiene un amplio espectro de componentes importantes, aunque la concentración de inmunoglobulina G (IgG) se considera el sello distintivo para evaluar su calidad (Godden, 2008). La concentración de IgG en calostro depende de diversos factores. Por ejemplo, se han reportado mayores concentraciones en vacas Jersey respecto a Holstein (Phipps et al., 2017), y en multíparas respecto a primíparas (Kehoe et al., 2007). Asimismo, la concentración de IgG calostrual disminuye al aumentar tanto el volumen producido (Grusenmeyer et al., 2006) como el tiempo entre el parto y el primer ordeño (MacFarlane et al., 2015), y es menor en vacas con mastitis (Maunsell et al., 1998). Está aceptado en la literatura que vacas lecheras con RCS mayores a 200 mil cé-



lulas/mL se pueden considerar con inflamación de la glándula mamaria (Ruegg y Reinemann, 2002). Por otro lado, Barcelo et al. (2017), reportaron que si una vaca se seca con un RCS superior a 200.000 células/mL, es muy probable que al parto continúe con RCS superiores a 200.000 células/mL, ya que el porcentaje de curación durante el período seco no supera el 27% de los casos, aunque se haya instaurado tratamiento antibiótico. Esta situación de altos RCS y bajo porcentaje de curación, podría tener algún tipo de incidencia en la producción de calostro de baja calidad. Por otra parte, podría plantearse que una inflamación de la glándula mamaria durante el período seco podría tener efectos adversos sobre el ternero gestante, que podría reflejarse en una peor habilidad de absorber IgG luego del nacimiento; sin embargo, no se encontró ningún antecedente en este sentido. En función de estos antecedentes, se plantea la hipótesis de que vacas lecheras que comienzan el período seco con inflamación de la glándula mamaria, permanecerán con inflamación al parto e incluso en los días previos al mismo durante el proceso de calostrogénesis, con la consecuente producción de calostro de baja calidad, y ocasionando fallas en la transferencia de inmunidad pasiva (TIP) en los terneros lactantes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 40 vacas de razas lecheras, multíparas, preñadas y próximas a la fecha de secado (60 días antes de la fecha de parto prevista). Las vacas seleccionadas fueron asignadas a dos grupos en función del RCS en los tres meses previos al secado. De esta manera, se conformaron 2 grupos de 20 vacas. El primer grupo de vacas presentaron los últimos 3 RCS mensuales previos al secado por debajo de 200.000 células/mL (promedio 117.000 células/mL) y el segundo grupo de 20 vacas presentaron los últimos 3 RCS mensuales previos al secado por encima de 200.000 células/mL (promedio 509.000 células/mL). De esta manera, luego de parto, se obtuvieron 2 grupos de terneros. Un grupo de 20 terneros nacidos de vacas con altos RCS al momen-

to del secado (TA) y un segundo grupo de 20 terneros nacidos de vacas con bajos RCS al momento del secado (TB). Por otro lado, se obtuvieron dos grupos de calostros, un grupo de 20 calostros producidos por vacas con altos RCS al momento del secado (CA) y otro grupo de 20 calostros producidos por las vacas con bajos RCS (CB). El experimento tuvo un arreglo factorial de tratamiento 2 x 2, combinando el efecto de 2 factores (tipo de ternero y tipo de calostro), cada uno con dos niveles (altos o bajos RCS). El RCS de la leche de vacas de los últimos tres controles mensuales previos al secado, se analizaron en el laboratorio Colaveco por citometría de flujo (ISO 17025). Todos los terneros fueron calostrados por sonda buco-esofágica con 4 litros de calostro, con el tipo de calostro correspondiente al tratamiento, antes de las 2 h luego del nacimiento. Para la determinación de la TIP, se tomaron muestras de sangre de los terneros directamente de la yugular a las 48 h post ingesta de calostro. La TIP se determinó directamente a través de la determinación de la concentración de la IgG por Inmunodifusión Radial (Bovine IgG test kit, Triple J Farms, Bellingham, WA, USA), e indirectamente a través de la determinación de las proteínas séricas totales (PST) por refractometría digital en escala Brix (ATAGO-Tokyo-Japón, modelo PAL-Grape Must), refractometría óptica (PSTR; g/dL; ATAGO-Tokyo-Japón, modelo Master-SUR/NM) y mediante un analizador automático Dimension RXL Max (PSTD; g/dL). Los resultados se analizaron estadísticamente con un modelo lineal mixto, incluyendo a la vaca como efecto aleatorio y como efectos fijos al tipo de ternero, tipo de calostro y la interacción entre ambos. Se aceptaron como significativos valores de  $P \leq 0.05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó efecto de la interacción entre el tipo de ternero y el tipo de calostro utilizado sobre la TIP lograda, independientemente del método utilizado para su evaluación (Cuadro I). Este resultado podría estar explicado porque independientemente de que tipo de calostro se haya utilizado, los calostros de ambos

grupos presentaron buena calidad (concentración de IgG mayor a 50 g/L). Si bien no se observó un efecto del tipo de calostro sobre la TIP alcanzada por los terneros, se observó un efecto del tipo de ternero, donde los terneros TB presentaron mayor concentración sérica de IgG (28,8 vs 22,8 g/L; EEM = 1,49;  $P = 0,007$ ); este resultado también fue observado cuando la TIP fue evaluada indirectamente a través de la determinación de PST por refractometría digital, refractometría óptica, y utilizando el analizador automático Dimensión. Este hallazgo podría estar explicado por una mayor eficiencia de absorción de IgG a nivel intestinal por parte de los terneros TB.

### CONCLUSIÓN

Los terneros nacidos de vacas con altos o bajos RCS al momento del secado lograron niveles adecuados de TIP, aunque los terneros nacidos de vacas con altos RCS tuvieron menores niveles de TIP, independientemente del tipo de calostro recibido.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barcelo MC, LaPaz CC, Malán MJ. 2017. Estudio de la relación entre la salud de la ubre en el secado y en la lactancia temprana en

vacas lecheras. Tesis de Grado- Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay.

Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin Food Anim* 24:19.

Grusenmeyer DJ, Ryan CM, Galton DM. 2006. Shortening the dry period from 60 to 40 days does not affect colostrum quality but decreases colostrum yield by Holstein cows. *J Dairy Sci* 89(Suppl 1):336.

Kehoe SI, Heinrichs AJ, Moody ML, Jones CM, Long MR. 2007. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrums. *Prof Anim Sci* 27:176

MacFarlane JA, Grove-White DH, Royal MD, Smith RF. 2015. Identification and quantification of factors affecting neonatal immunological transfer in dairy calves in the UK. *Vet Rec* 176:625.

Maunsell FP, Morin DE, Constable PD, Hurley WL, McCoy GC, Kakoma I, Isaacson RE. 1998. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. *J Dairy Sci* 81:12911299.

Cuadro I. Transferencia de inmunidad pasiva alcanzada a las 48 h de vida, por terneros nacidos y alimentados con calostros de vacas con altos o bajos recuentos de células somáticas (RCS) al momento del secado.

	Tratamientos <sup>1</sup>				EEM <sup>2</sup>	P-Valor		
	TACA	TACB	TBCA	TBCB		TT <sup>3</sup>	TC <sup>4</sup>	TTxTC <sup>5</sup>
<b>Técnica<sup>6</sup></b>								
IgG (RID), g/L	22,7	22,9	27,4	30,0	2,10	0,007	0,548	0,615
Brix, %	8,9	8,9	9,8	9,6	0,35	0,034	0,848	0,676
PSTD, g/dL	6,9	7,0	7,7	7,5	0,30	0,038	0,897	0,668
PSTR, g/dL	6,2	6,0	6,6	6,9	0,30	0,033	0,814	0,352

1- Tratamientos: TACA=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado, y calostro de vacas con altos RCS; TACB=Terneros nacido de vaca con alto RCS al secado, y calostro de vacas con bajo RCS al secado; TBCA=Terneros nacido de vaca con bajo RCS al secado, y calostro de vacas con altos RCS al secado; TBCB= Terneros nacido de vaca con bajos RCS al secado, y calostro de vacas con bajos RCS al secado. 2- EEM= Error estándar de la media. 3- TT=Efecto tipo de ternero. 4-TC=Efecto tipo de calostro.5- TTxTC= efecto de la interacción de los tratamientos. 6- IgG=Determinación de IgG por Inmunodifusión Radial; Brix=Determinación de proteínas séricas totales por refractometría digital en % Brix; PSTD= Determinación de proteínas séricas totales por analizador automático Dimensión RXL Max; PSTR= Determinación de proteínas séricas totales por refractometría óptica.

## Posters

---

Phipps AJ, Beggs DS, Murray AJ, Mansell PD, Pyman MF. 2017. Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in northern-Victorian dairy cows. *Aust Vet J* 95:237.

Ruegg PL, Reinemann DJ. 2002. Milk quality and mastitis tests. *Bov Pract* 36:41.

# PRODUCCIÓN DE GRUPOS GENÉTICOS EN TAMBOS EN EL LITORAL NORTE

Esteban KRALL<sup>1</sup>, Paula ORTIZ<sup>2</sup>, Marcelo GURIN<sup>1</sup>, Sandra ZIBIL<sup>4</sup>, Jorge GIL<sup>2</sup>,

Pedro ARBELETCHÉ<sup>3</sup>

1- Universidad Tecnológica, krallmai@gmail.com

2- Cenur-LN-Udelar, Facultad de Veterinaria; paulaortiz743@gmail.com y jujogil@gmail.com

3- Facultad de Agronomía-Udelar; arbeletchep@gmail.com

4- Intendencia de Paysandú; sandra.zibil@gmail.com

## RESUMEN

Se describe la producción de leche y sólidos y reproducción de vacas de razas Holando y Jersey y cruza entre ellas y con Roja Sueca de 12 tambos del litoral norte de Uruguay. Los resultados evidencian que los sistemas de producción y alimentación condicionan la expresión de los potenciales genéticos.

## SUMMARY

The milk yield and solids and reproduction of Holstein, Jersey, and their crosses and with Swedish Red from 12 dairy farms of northwest Uruguay are described. The results evidence that the management and feeding systems conditioned the expression of genetic potential.

## INTRODUCCIÓN

Hay evidencia de la preferencia de los productores por la raza Holando Americano Canadiense (83%), frente a otras como el Holando Neozelandés (6%), cruza (9%) y Jersey y Normando (2%) (INALE, 2014). En el litoral norte (LN) hay interés por considerar estas opciones, con las correspondientes adecuaciones del sistema de producción (Laborde, 2004). En este trabajo se analiza el comportamiento de los genotipos en relación al sistema, particular-

mente la alimentación (proyecto CSIC-VUSP) y asociación con las variables productivas, reproductivas, y genéticas durante dos años en predios del LN involucrados en el proyecto CSIC de vinculación con el sector productivo.

## MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron (2020 y 2021) lactancias de vacas con partos desde febrero a julio en 12 tambos de Salto, Paysandú y Río Negro (4 por departamento). Se registraron los eventos reproductivos (partos, celos, servicios) y se registró la producción (Waikato®) y composición de la leche (grasa y proteína determinadas por NIRS en Colaveco, Colonia) en tres controles lecheros (en 1°, 2° y 3° tercio de la lactancia). Los sólidos en leche se analizaron en función del peso vivo registrado durante la lactancia en el período estudiado (2 años). La condición corporal (EC) se registró en tres oportunidades durante la lactancia a partir del día 30 (Edmonson y col., 1989) y el estado al parto en el año 2. La descripción del grupo genético se realizó en base a registros (madres y toros utilizados) y a conformación exterior. La alimentación ofrecida (concentrados, reservas y pasturas) se obtuvo de registros y se clasificó los sistemas en tres niveles de oferta de alimento (alta, media y baja) para considerarla como covariable. Se realizó un análisis descriptivo de las variables

CUADRO 1. Número de observaciones, peso promedio, dotación y alimentación ofrecida en los predios (pasturas, reservas y concentrados) que utilizan la raza Holando (HO), Jersey (JE) y sus cruza con Roja Sueca (XX).

Raza	Observaciones realizadas	PV	Dotación VO/ha VM	Pasturas (kg MS VO D)	Reservas (kg MS VO D)	Concentrado (kg MS VO D)
HO	500-700	574	0,4 a 1,3	7 a 12	0 a 7	4 a 10
JE	100-113	416	0,7 a 1	7 a 10	3 a 6	2,5 a 8
XX	70-114	469	0,75 a 1,3	8 a 10	4 a 6	4,5 a 9



estudiadas por ANOVA y se compararon las medias por test de Tukey ( $P < 0,05$ ); la asociación entre la presencia de cada patógeno y el resultado reproductivo se compararon mediante la prueba de Chi cuadrado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan datos del sistema de producción (Cuadro 1) y de las variables productivas y reproductivas (Cuadro 2 al 5) para las razas Holando (HO), Jersey (JE) y cruza entre razas más la Roja Sueca (XX) en los años 1 (A) y 2 (B).

En el año 2 (PL2B y PL3B) la producción de leche fue mayor ( $P < 0,05$ ) en HO (Cuadro 2). La PL fue mayor en el año 2 respecto del año 1, posiblemente relacionado a la mejor alimentación vinculado a la mejora del precio de la leche en 2020 respecto del 2021. La mayoría de las vacas HO reciben una oferta de alimentos ajustada a los requerimientos (entre 18 y 25 ks MS/VO/d, Cuadro 1). En JE (mayoría de origen neozelandés) el sistema es definido como restrictivo en oferta de alimentos y requerimientos en los 2 tambos con mayor número de vacas

de esta raza. En estos los concentrados varían entre 2,5 y 4,0 kg de MS/VO/d (Cuadro 1). Las condiciones de la primavera (cantidad y calidad de pasto) favorecen un incremento importante de PL en el JE, posiblemente por la característica pastoril del JE (Krall y col., 2003; Saldanha y Krall, 2008). La raza HO desciende su PL hacia primavera y la cruce se mantiene.

La producción de grasa diaria (Cuadro 3) es mayor en HO respecto de JE y XX (dado los % de grasa y la PL de cada grupo); las diferencias son significativas en año 2. El JE produce menos, pero en los 2 últimos controles mejora por la composición y PL. La cruce produce en forma intermedia entre HO y JE. La producción de proteína diaria (Cuadro 3), el HO es mayor en forma absoluta en todos los casos y significativamente mayor en dos ocasiones respecto al JE, y sólo en una respecto a XX; ambas situaciones se dan en el año 2, que es donde la PL de HO es más alta.

En relación con la producción de grasa por kg de peso vivo (Cuadro 4), era esperable una menor producción en HO (González y Mago-fke, 2003; Mancuso et al., 2006), posiblemente

CUADRO 2. Evolución de la producción de leche promedio / día (PL) en el año A y B en 1° (1), 2° (2) y 3° (3) tercio de la lactancia en la raza Holando (HO), Jersey (JE) y sus cruza o con Roja Sueca (XX).

Raza	PL1A	PL2A	PL3A	PL1B	PL2B	PL3B
HO	26,1 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>	23,0 <sup>a</sup>	27,3 <sup>a</sup>	30,1 <sup>a</sup>	27,5 <sup>a</sup>
JE	12,7 <sup>ac</sup>	12,3 <sup>ac</sup>	15,0 <sup>ac</sup>	11,5 <sup>ac</sup>	13,5 <sup>b</sup>	15,6 <sup>c</sup>
XX	18,3 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>ab</sup>	19,1 <sup>ab</sup>	20,1 <sup>ab</sup>	21,5 <sup>b</sup>	21,4 <sup>b</sup>

Letras diferentes=  $P < 0,05$ .

CUADRO 3: Producción de grasa (kgGr) y proteína (kgGPr) en el año 1 (A) y 2 (B) en lactancias tempranas, media y tardía en la raza Holando (HO), Jersey (JE) y sus cruza o con Roja Sueca (XX).

Raza	KgGr1A	KgGr2A	KgGr3A	KgGr1B	KgGr2B	KgGr3B
HO	1,05 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>
JE	0,61 <sup>ac</sup>	0,55 <sup>ac</sup>	0,58 <sup>ab</sup>	0,57 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,64 <sup>c</sup>
XX	0,81 <sup>ab</sup>	0,81 <sup>ab</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,85 <sup>b</sup>	0,85 <sup>b</sup>	0,85 <sup>b</sup>
	KgPr1A	KgPr2A	KgPr3A	KgPr1B	KgPr2B	KgPr3B
HO	0,94 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>
JE	0,52 <sup>ac</sup>	0,48 <sup>ac</sup>	0,61 <sup>ab</sup>	0,47 <sup>ac</sup>	0,53 <sup>b</sup>	0,60 <sup>b</sup>
XX	0,69 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>ab</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,85 <sup>a</sup>

Letras diferentes=  $P < 0,05$ .

la producción de grasa registrada fue alta para el común del HO y los PV no tan altos por cruza HO Americano y Neozelandés (<550 kg, sin publicar). En la producción de grasa por peso se da alternancia en valores mayores entre HO y XX, pero en la producción de proteína por kg de peso vivo (Cuadro 4), las XX son absolutamente superiores en 5 mediciones y estadísticamente superior en 3 ocasiones al JE y en una al HO. En varios estudios el JE es superior en gramos de proteína por kg de PV (Marini et al., 2006); en este caso no fue así posiblemente por restricción de alimento como ya fue mencionado, afectando la PL y los Kg de proteína y los gramos por kg de PV en JE.

Reproductivamente (Cuadro 5) el JE tuvo mayores IPS pero menor número de servicios desde otoño a la primavera. Aún así, el desempeño reproductivo de HO y XX es considerado bueno.

### CONCLUSIONES

Resulta de interés la alta producción del HO, influenciado por el sistema de alimentación alto asignado en los tambos que poseen esta raza, más un número importante de vacas

neozelandesas de altos sólidos y producción de leche. La JE en cambio, es utilizada en sistemas que asumen restricciones de alimento y bajar costos, con niveles productivos menores. La craza se desempeña en forma intermedia en parte por buenos ajustes de alimentación y el vigor híbrido existente ante el cruce de dos y tres razas, como es el caso de los tambos aquí estudiados.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

González, H.V.; Magofke, J.C. 2003. Cruzamientos y producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Seria Actas N° 24.

Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 72, p. 68-78.

INALE 2014. Encuesta. Presentación resultados preliminares. <https://www.inale.org/historico/wp-content/uploads/.../Encuesta-lechera-2014.pdf>

CUADRO 4: Evolución de la producción de grasa (grPVGr) y proteína (grPVPr) en relación al kg de peso vivo (PV) en año 1 (A) y 2 (B) en lactancias temprana, media y tardía en la raza Holando (HO), Jersey (JE) y sus cruza o con Roja Sueca (XX).

Raza	grPVGr1A	grPVGr2A	grPVGr3A	grPVGr1B	grPVGr2B	grPVGr3B
HO	1,88 <sup>a</sup>	1,77 <sup>abc</sup>	1,66 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>
JE	1,76 <sup>a</sup>	1,54 <sup>ac</sup>	1,58 <sup>ab</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>
XX	1,87 <sup>a</sup>	1,91 <sup>ab</sup>	2,13 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>
	grPVPr1A	grPVPr2A	grPVPr3A	grPVPr1B	grPVPr2B	grPVPr3B
HO	1,57 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,49 <sup>ab</sup>	1,63 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,55 <sup>b</sup>
JE	1,45 <sup>b</sup>	1,33 <sup>b</sup>	1,66 <sup>ab</sup>	1,33 <sup>b</sup>	1,44 <sup>b</sup>	1,64 <sup>ab</sup>
XX	1,53 <sup>ab</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,89 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>

Letras diferentes= P<0.05

CUADRO 5: Número de servicios utilizados por concepción (N°S) y días parto primer servicio (IPS) en el año 1 (A) y 2 (B) en la raza Holando (HO), Jersey (JE) y sus cruza o con Roja Sueca (XX).

Raza	N°S A	IPS A	N°S B	IPS B
HO	1,87 <sup>a</sup>	74,88 <sup>b</sup>	1,67 <sup>a</sup>	78,75 <sup>b</sup>
JE	1,40 <sup>b</sup>	111,37 <sup>a</sup>	1,35 <sup>ab</sup>	95,46 <sup>a</sup>
XX	1,83 <sup>a</sup>	84,17 <sup>ab</sup>	1,72 <sup>a</sup>	82,04 <sup>ab</sup>

Letras diferentes= P<0.05.

## Posters

---

Krall E, Soca P, Bentancur O. 2003. Conducta de pastoreo de vacas lecheras Holando y Jersey. XXXI Jornadas Uruguayas de Buiatría.

Laborde, D. 2004. La mejora genética y los sistemas de producción de leche en Uruguay: contradicciones y coincidencias. XXXII Jornadas uruguayas de buiatría.

Mancuso W, Marini P, Krall E, Bentancur O. 2006. Producción y composición de leche de vacas Holstein y cruza Holstein x Jersey. Congreso AAPA, Mar del Plata.

Marini P, Krall E, y otros. Evaluación de biotipos lecheros en sistemas de producción del litoral norte argentino-uruguayo. XXXIV Jornadas uruguayas de buiatría. 2006.

Saldaña S, Krall E. 2008. Comportamiento productivo de vacas Jersey y Holando en sistemas pastoriles. 2º Encuentro de Investigadores del Norte. Universidad de la República. Salto. Uruguay.

# CARACTERIZACIÓN DE DENUNCIAS Y ESTIMACION DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR PREDACIÓN DE PERROS A OVINOS EN 2018 Y 2019.

*Emiliano Barcos<sup>1\*</sup>, Javier Román<sup>2</sup>, Gustavo Benítez<sup>2</sup>*

1- Ayudante de Investigación CIDEA, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.

\* Autor de correspondencia: emilianobarcos@gmail.com

2- Unidad Académica de Economía y Administración, Departamento de Ciencias Sociales, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 (Km 18) y Ruta 102, Montevideo, Uruguay.

## RESUMEN

Los ataques de perros a ovinos causan preocupación y pérdidas económicas a los productores. Conocer dichas pérdidas es importante para el análisis del costo-beneficio de las medidas de prevención. El presente estudio buscó aportar información sobre el problema de predación de perros a ovinos y sus efectos económicos. Se analizaron 849 denuncias presentadas ante el Ministerio del Interior por ataques a ovinos entre el 01/01/2018 y 31/12/2019 en Uruguay, que se caracterizaron, obteniéndose totales de ovinos y denuncias según seccionales policiales, departamentos, y se georeferenciaron en mapas para representar los datos. Se estimaron las pérdidas económicas por la reposición de ovinos, alcanzando unos U\$S 376.073., correspondiente a 7.247 ovinos afectados para el bienio.

## SUMMARY

The sheep worrying concern and cause economic losses for sheep farmers. To know the economic impact is important for cost-benefit analysis of preventive measures. The present study aims to provide information about the predations of sheeps by dogs and its economic effect. The study is based on the analysis of 849 formal complaints before the Interior Ministry about the attacks to sheep between 01/01/2018 to 31/12/2019 in Uruguay. The information was characterized to obtain the total sheep and denunciation by police sectionals, departments, and was georeferenced on maps that show the information. The economic losses by replacement of sheep were estimated

in U\$S 376.073 for 7.247 sheep in the period of two years.

## INTRODUCCIÓN

La predación es una de las principales problemáticas a la que se enfrentan los productores ovinos del Uruguay (Ganzábal, 2014) siendo señalada como una causa para el abandono del rubro. La Encuesta Ganadera de 2016 reveló que ese año un 74,4% de los productores se enfrentaron a este problema (MGAP, 2016), asignándole al perro el 33,9% de los ataques. Zambra, Piaggio y Ungerfeld (2018) indican que para 2016 un 85,7% de los productores reconocían que sus majadas habían sido atacadas, correspondiendo al perro el 27,7% de los ataques. Además, señalaron que las lesiones más frecuentes eran heridas en cuello o cabeza, mordeduras en cualquier parte del cuerpo, piel colgando y carne desgarrada. Zambra, Piaggio y Ungerfeld (2019) afirman que la mayoría de los ataques se concentraron al norte del país para 2016. Un primer estudio del impacto económico estimaba una pérdida anual de U\$S 68.768 por predación a animales productivos por perros (Román et al., 2017), no encontrándose análisis posteriores. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las denuncias realizadas en el Ministerio del Interior entre los años 2018 y 2019, y cuantificar las pérdidas económicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 379 denuncias de 2018, catalogadas por departamento y por seccional policial, y 432 denuncias de 2019 catalogadas



por departamento, presentadas ante el Ministerio del Interior. Se calcularon los totales de ovinos afectados y de denuncias efectuadas por seccional policial, departamento, zona y a nivel país. De igual forma, para 2019 se obtuvieron los totales departamentales. Se utilizó el software libre QGIS 3.20 para representar la distribución geográfica de los datos. Se elaboraron indicadores de: (1) número de denuncias sobre número de productores ovinos en el departamento; (2) número de ovinos sobre número de denuncias y (3) número de ovinos sobre la población ovina para cada departamento. Para las estimaciones de las pérdidas económicas se consideró el número de ovinos afectados, el peso promedio de faena obtenido de los datos preliminares de las declaraciones juradas (MGAP-DICOSE-SNIG, 2018, 2019) y el precio promedio de venta para cada año calculado en base a datos de la Asociación de Consignatarios de Ganado (<https://acg.com.uy/>), asumiendo que pertenecían a la categoría ovejas de cría.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ovinos afectados fueron 3.356 en 2018 y 3.807 en 2019. El 43,8% de las denuncias de 2018 correspondían al norte del país (Norte y sur con relación al Río Negro.) mientras que el 56,2% al sur; en 2019, el 42,4% al norte y

57,6% al sur (Figura 1 y 2). A diferencia de los expuesto por Zambra y et al. (2018), existe una leve tendencia a que los ataques sean principalmente en el sur. Para los años analizados, Lavalleja presenta una alta cantidad de denuncia por productores ovinos, con una media variable de ovinos por denuncia, con alta cantidad de ovinos afectados por existencias (Tabla 1). Los departamentos considerados "ovejeros" como Salto, Artigas y Paysandú, presentan un menor número de ovinos afectados en relación con la población ovina total. Las pérdidas económicas totales se estimaron en U\$S 167.998 para 2018 y U\$S 208.075 para 2019, totalizando para el bienio unos U\$S 326.073.

Los datos aportados no permiten indicar si las zonas con más ataques o más ovinos afectados son focos de problemas de predación, pero intentan esclarecer la situación. Las pérdidas económicas están subestimadas debido a que no siempre se presenta denuncia frente a un episodio de predación. Los resultados pueden responder a un efecto año. Además, las dificultades de acceso a la información no permitieron un mejor análisis sobre la problemática.

## CONCLUSIONES

Se realizaron más denuncias y hubo más

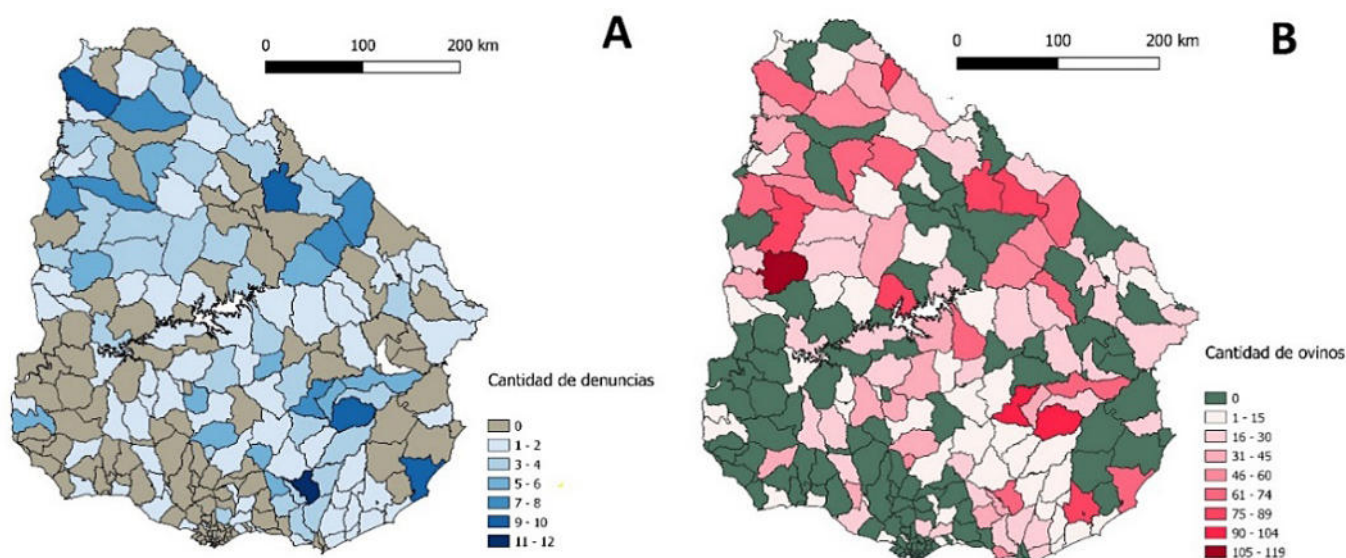


Figura 1. Distribución de denuncias radicadas en 2018 por seccional policial: número de denuncias (1A) y número de ovinos afectados (1B).

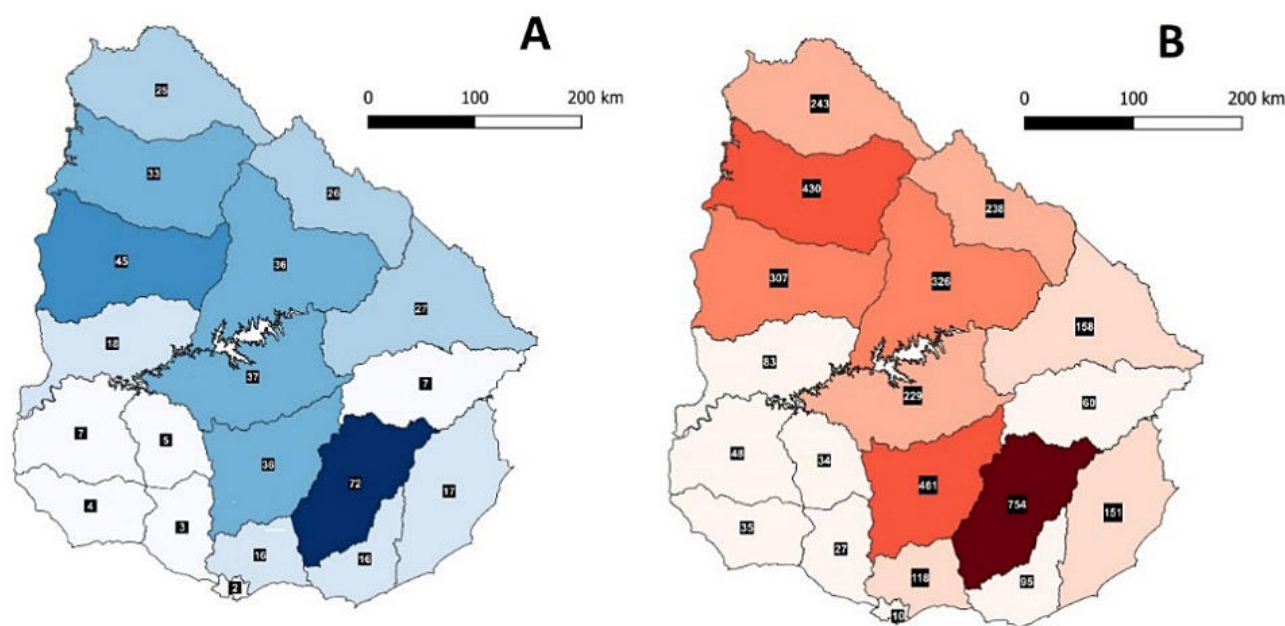


Figura 2. Distribución de denuncias radicadas en 2019 por departamento: número de denuncias (2A) y número de ovinos afectados (2B).

Tabla 1. Caracterización de las denuncias por departamento y por año de estudio.

Departamento	Denuncias c/100 prod.		Ov por denuncia		Ov c/10.000 ovinos	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Artigas	2,8	1,9	8,8	9,7	3,6	2,6
Canelones	1,3	1,4	3,8	7,4	11,6	28,2
Cerro Largo	0,6	1,1	14,4	5,9	4,5	3,5
Colonia	0,6	0,8	12,7	8,8	6,5	6,0
Durazno	1,3	2,1	8,8	6,2	4,5	5,2
Flores	1,1	1,0	9,0	6,8	4,2	2,8
Florida	1,7	2,2	5,4	12,8	4,7	14,5
Lavalleja	2,3	2,7	7,2	10,5	12,0	20,3
Maldonado	1,0	1,0	9,8	5,9	12,7	7,4
Montevideo	0,0	2,7	0,0	5,0	0,0	24,6
Paysandú	2,4	2,9	10,6	6,8	5,4	4,1
Río Negro	1,5	3,2	5,5	4,6	4,2	8,2
Rivera	1,6	1,5	9,2	9,2	11,5	9,9
Rocha	0,9	1,0	10,8	8,9	7,1	6,7
Salto	1,6	1,7	10,7	13,0	2,7	3,2
San José	1,3	0,6	13,9	9,0	18,4	5,5
Soriano	1,1	1,0	5,3	6,9	4,3	5,0
Tacuarembó	0,9	1,4	9,7	9,1	3,8	5,5
Treinta y Tres	0,8	0,4	9,5	8,6	4,3	2,2
Uruguay	1,4	1,6	8,9	8,8	5,2	5,7

Referencias: Denuncias c/100 prod. = número de denuncias del departamento cada 100 productores del departamento; Ov por denuncia = número de ovinos afectados sobre el total de denuncias radicadas; Ov c/10.000 ovinos = número de ovinos afectados cada 10.000 cabezas de ovinos del departamento.

ovinos denunciados como afectados en la zona sur del país para 2018 y 2019. Para ambos años por denuncia fueron afectados 9 ovinos en promedio, habiendo una media de 1 y 2 denuncias por 100 productores para 2018 y 2019 respectivamente. Las pérdidas económicas para 2018 y 2019 fue de U\$S 376.073 por reposición de ovinos. Es necesario un mayor hincapié en el aviso a las autoridades sobre los ataques, facilitar el acceso a la información y el análisis de sucesivos años para alcanzar resultados más concluyentes.

### BIBLIOGRAFIA

Ganzábal, A. (2014) Perros de guarda para disminuir la incidencia de depredadores en rebaños latinoamericanos. Experiencia en Uruguay. En: Ganzábal, A. Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. (128-133). Montevideo: CYTED.

MGAP (2016). Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016. Recuperado de: [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta\\_ganadera\\_2016\\_22012019.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta_ganadera_2016_22012019.pdf). Fecha de consulta: 28/04/2022 <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/resultados-encuesta-ganadera-nacional-2016>

MGAP-DICOSE-SNIG (2018). Datos Preliminares basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2018. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2018>. Fecha de consulta: 17/04/2022.

MGAP-DICOSE-SNIG (2019). Datos Preliminares basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2019. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2019>. Fecha de consulta: 17/04/2022.

Román et al. (2017), FVET-UDELAR. Consultoría “Estimación de costos económicos para el país como consecuencia de una tenencia no responsable de perros”. Unidad Académica de Economía y Administración, Departamento de Ciencias Sociales. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.

Zambrana N., Piaggio J. y Ungerfeld R. (2018). Encuesta sobre predación ovina en Uruguay. En VI Congreso Aupa - Asociación Uruguaya De Producción Animal. Tacuarembó, Uruguay.

Zambrana N., Piaggio J. y Ungerfeld R. (2019). A survey on sheep predation in Uruguay. En XXXVII Encontro Anual de Etologia Sao Pablo.

# Estudio sobre resistencia a garrapaticidas en bovinos del Paraguay

Dr. Milton Cattáneo<sup>1</sup>; Dr. Rafael Silva<sup>1</sup>

1- Laboratorios STyD. Laboratorios Microsules.  
Paraguay, Asunción, RI18 Pitiantuta 1446 casi Rafael Barret.  
Tel: +595 986372121 / stydparaguay@gmail.com

## Resumen

La garrapata común del bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (*R. microplus*), es un parásito de presencia mundial siendo un importante flagelo para la industria pecuaria. Se ha detectado resistencia de la garrapata a nivel mundial en forma individual o múltiple contra organofosforados, piretroides sintéticos, amitraz, lactonas macrocíclicas y fipronil. El objetivo de este trabajo fue estudiar la presencia o no de poblaciones de garrapatas resistentes a garrapaticidas en el ganado bovino del Paraguay. Los resultados indicaron que hay resistencia a diferentes drogas y combinaciones. El 100% de las poblaciones presentaron resistencia a piretroides, 1 población presentó resistencia a 5 drogas y una combinación, 31% presentaron resistencia a 4 drogas y una combinación. La droga con menor porcentaje de resistencia fueron los organofosforados con un 23,1 %. Queda en evidencia lo preocupante de este tema en la pecuaria del Paraguay, al igual que en la región, sugiriendo que se realice el test de resistencia a garrapaticidas de forma rutinaria en los establecimientos ganaderos.

## Summary

The common bovine tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (*R. microplus*), is a worldwide parasite and is an important scourge for the livestock industry. Tick resistance has been detected worldwide individually or multiplely against organophosphates, synthetic pyrethroids, amitraz, macrocyclic lactones and fipronil. The objective of this work was to study the presence or absence of populations of ticks resistant to ticks in cattle in Paraguay. The results indicated that there is resistance to different drugs and combination. 100% of

the populations presented resistance to pyrethroids, 1 population presented resistance to 5 drugs and a combination, 31% presented resistance to 4 drugs and a combination. The drug with the lowest percentage of resistance was organophosphates with 23.1%. It is evident how worrying this issue is in livestock farming in Paraguay, as in the region, suggesting that tick resistance tests be carried out routinely in livestock establishments.

## Introducción

La garrapata común del bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (*R. microplus*), es un parásito de presencia mundial. Los métodos químicos son una de las estrategias más utilizadas para el control de *R. microplus* las cuales se basan en la aplicación de productos ectoparaciticidas (garrapaticidas). Se ha detectado resistencia de la garrapata a estos productos a nivel mundial en forma individual o múltiple contra organofosforados (OF), piretroides sintéticos (PS), amitraz (AM), lactonas macrocíclicas (LM) y fipronil (FR). (Alonso-Díaz, 2006; Castro, 2012) En Uruguay hay resistencia a PS, OF, AM, FR, y LM. Presentando poblaciones con resistencia múltiple a 5 moléculas. (Cuore, 2017). En el Brasil hay resistencia a todos los grupos químicos. En el año 2014 se demostró el primer caso de resistencia de *R. microplus* a fluazurón y la primera población susceptible a 6 drogas acaricidas. (Reck, 2014) En Argentina se han registrado resistencia a OF, PS, LM, AM y FR en las provincias Argentinas de Corrientes, Córdoba, Chaco, Santiago del Estero, Salta y Santa Fe. (Nava, 2018)

## Materiales y métodos

Este estudio se realizó durante los años



## Posters

2020 y 2021 con poblaciones de garrapatas provenientes de 13 establecimientos de producción de carne distribuidos en todo Paraguay. (Foto 1) El trabajo consistió en dos partes, una de campo en donde se extrajeron garrapatas de bovinos y una parte de laboratorio. En el laboratorio las garrapatas fueron procesadas utilizando técnicas validadas por la FAO (FAO, 2004): TIA - Test de Inmersión de Adultos (Drummond et al.1973); TPL - Test de Paquete de Larvas (Stone y Haydock, 1962) adoptado por FAO y TIL- Test de Inmersión de Larvas (Shaw, 1966). Para el test se utilizaron 5 principios activos, una combinación y la cepa Mozo de referencia como control susceptible.

### Resultados

El 100% de las poblaciones de garrapatas presentaron resistencia a PS, 1 establecimiento presentó resistencia a 5 drogas y una combinación (CM), 31% de los establecimientos



Foto 1. Ubicación de los establecimientos en donde se realizaron los test.

presentan resistencia a 4 drogas y una CM. La droga con menor porcentaje de resistencia fueron los OF con un 23,1 % (Cuadro 1; Foto 2). Se realizan un promedio de 13 tratamientos anuales utilizando una o más drogas.

### Discusión

El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia o no de poblaciones de garrapatas resistentes a garrapaticidas en bovinos del Paraguay, no fue un estudio de prevalencia. Los resultados indicaron que hay poblaciones de garrapatas resistentes en este país a todas las drogas estudiadas en diferentes porcentajes según el establecimiento. Una de las poblaciones, N° 7, presentó resistencia a 5 drogas y una CM, datos similares a los que se presentan Uruguay con la diferencia que en este se encontraron más establecimientos en estas condiciones. (Coure, 2016) En 13 poblaciones hay resistencia a PS, esto debido seguramente

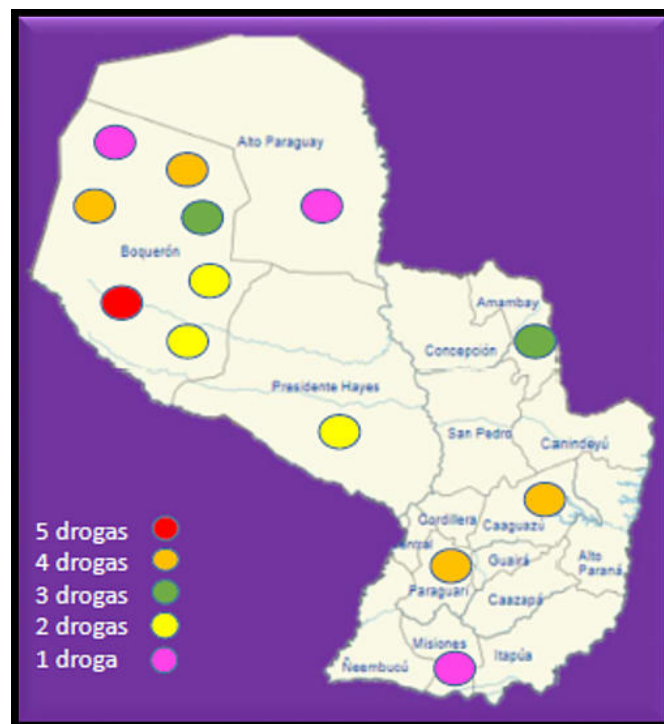


Foto 2. Distribución en el país de las poblaciones resistentes según el número de principios activos.

Cuadro 1. Porcentaje de poblaciones de garrapatas que presentaron resistencia a los diferentes principios activos

	PS	PS + OF	AM	LM	FR	OF
Resistencia	100	84.6	61.5	53.8	38.5	23.1

al método de aplicación. En Paraguay son muy pocos los establecimientos que tienen baño de inmersión y utilizan el método por aspersión con mochila lo cual se aplica en forma errónea provocando en gran parte este problema. El 38.5% presentaron resistencia a 4 y 5 drogas, porcentaje más elevado al encontrado en Uruguay con un 29%. (Coure, 2016) En 46% de las poblaciones tienen resistencia a 3 y 4 principios activos y una CM. La droga con menor porcentaje de resistencia fue OF con un 23,1%. Este estudio establece lo preocupante de este tema en Paraguay, similar a los países de la región, sugiriendo que se realice el test de resistencia a garrapaticidas de forma rutinaria en los establecimientos ganaderos.

### Referencias bibliográficas

- Alonso-Díaz MA, Rodríguez-Vivas RI, Frago-Sánchez H, Rosario-Cruz R. (2006) Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodidas. Arch. Med. Vet. 38, N° 2.
- Castro, E. y col. (2012) Garrapata: resistencia a fipronil e ivermectina en rodeos vacunos de Uruguay y Brasil. FPTA N° 35. INIA. <http://www.inia.org.uy>.
- Cuore U, Solari MA, Trelles, A. (2017) Situación de la resistencia y primer diagnóstico de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistente a cinco principios activos en forma simultánea en Uruguay. Veterinaria (Montevideo) Volumen 53, N° 205, 13-19.
- Drummond RO, Ernest SE, Trevino JL, Gladney WJ, Graham OH. (1973). *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory test of insecticides. J Econ Entomol 66:130-133.
- FAO. (2004) Guidelines for Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants.
- Nava S, Morel N, Mangold A, Guglielmone A. (2018) Un caso de resistencia de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) al fipronil detectado en pruebas de campo en el este de Santiago del Estero, Argentina. Revista FAVE – Sección Ciencias Veterinarias 17, 1-5.
- Reck J. y colaboradores. (2014) First report of fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of acaricides. Veterinary Parasitology 201 128–136.
- Stone B. y Haydock K. (1962) A method for measuring the acaricide-susceptibility of the cattle tick *Boophilus microplus* (Can.). Bulletin of Entomology Research, Vol. 53, Part 3.
- Shaw, RD. (1966) Culture of an organophosphorus resistant strain of *Boophilus microplus* (Canestrini) and assesment of its resistance spectrum. Bull. of Entomol. Res. 56(4), 398-405.

# Notas

---

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal dotted lines.

Area for notes with horizontal dotted lines.



# Notas

---

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal dotted lines.

# Línea de BIOLÓGICOS

La seguridad y eficacia que aportan  
60 años de experiencia



**+ 300 millones**

de dosis de vacunas producidas  
en los últimos 10 años

Construyendo el futuro de la salud animal





# LA COMBINACIÓN ESTRATÉGICA IDEAL PARA EL CONTROL PARASITARIO DE SU RODEO



**GANADO LIBRE DE PARÁSITOS = MÁS RENTABILIDAD PARA EL PRODUCTOR**

**RAFOXA FULL**

**RICO FULL**

**MEXIVER**

**MEXIVER  
Top<sup>NF</sup>**

**MEXIVER-Mt  
Max**

**MEXIVER  
NITRO**

**MEXIVER  
TRIPLE**

**NITROMETIONINA**



**Santa Elena**  
LABORATORIOS



## Servicios para socios

- Alquiler de salón de fiestas, con vajilla. ✓
- Alquiler Sala de conferencias. ✓
- Préstamos de libros y material de nuestra Biblioteca. ✓
- Convenio con Antel. ✓
- Alquiler de lectores. ✓
- 15 % de descuento en Óptica Zoom. ✓
- Pase libre en Jornadas de Buiatría teniendo al día cuota social. ✓
- Inscripciones gratis a diferentes charlas, de acuerdo al convenio de la empresa que lo realice. ✓
- Ticket gratis de cena de fin de año para el socio. ✓
- Venta de timbres profesionales. ✓
- Informe diario de charlas y cursos. ✓
- Convenio con Copay. ✓

 Centro Médico Veterinario Paysandú



# Historia

La década del 60 marca una inflexión en lo que a Veterinaria se refiere. Al aumento considerable de la matrícula en Facultad, doblando o triplicando las cifras de los que ingresaban, se suma también un incremento de los egresos.

Esto fue llevando a que los veterinarios no dependientes del Ministerio de Ganadería y Agricultura (Pesca se agregó en el 72), trascendieran el área metropolitana, se afincaran en las capitales departamentales y en las poblaciones más chicas.

Este fenómeno de descentralización trasciende las estructuras de la Sociedad de Medicina Veterinaria y de sus Sociedades de Especialistas (por aquel momento la de Buiatría y la de Higienistas de Alimentos). Se crean entonces agrupamientos más o menos organizados que se constituyen en los Centros Médico Veterinarios, cuyo desarrollo verán los años setenta.

Paysandú no escapa a este fenómeno y los doce colegas que se reúnen el 16 de noviembre de 1971 deciden la fundación de este Centro.

Es de hacer que de esos, siete pertenecían a los Servicios Oficiales (Sanidad Animal, DILFA e Industria). Primero haciendo 2 o 3 reuniones anuales. Luego aumentando la frecuencia a medida que surgían nuevos asuntos.

Entre estos, la posibilidad de realizar unas Jornadas de Buiatría, idea que había surgido después de unas interesantes "Jornadas de Tacuarembó" que habían tenido lugar en dicha ciudad a fines de 1971, respondiendo a una iniciativa de la Sociedad Uruguaya de Buiatría. Y así, en abril de 1973 se realizan las Primeras Jornadas Uruguayas de Buiatría en Paysandú. El caudal social del Centro había aumentado a trece, llegando a 15 al final de ese año.

Pero si bien las Jornadas son y siguen siendo una parte importante en la actividad del Centro (relacionamiento nacional e internacional, posibilidades de intercambio, fuente de ingresos, actualidad técnica), no deja de ser uno de los items en que se divide el orden del día de las reuniones semanales.

Porque un tema que tiene que ver con Hidatidosis, o con Acreditación, tal vez implique más tiempo y discusión que la decisión sobre la cena de las Jornadas, concordando o no con la opinión del Comité Organizador de las mismas. Porque tiene tanta trascendencia una cartelera de Facultad como una interpretación a una norma de los Servicios Ganaderos.

Es decir que la reunión de Directiva ampliada de los lunes, es eso, un foro de discusión en la que si bien los directivos tienen voto (votación a la que rara vez se llega, porque se busca el consenso) todo el que participa tiene voz. Claro está que los 80 o 90 socios del Centro no están presentes todos los lunes. Tampoco lo están en las Asambleas. Pero sí alrededor de 15 colegas participan semanalmente de las reuniones.



- 1971** Fundación.
- 1973** Primeras Jornadas Uruguayas de Buiatría.
- 1979** Se instala en Paysandú, con el apoyo del Centro Médico Veterinario el sub centro de diagnóstico del CIVET "Miguel C. Rubino".
- 1981** Adquisición de la sede propia.
- 1982/83** Colabora en la organización de Pasantías extracurriculares de Facultad de Veterinaria.
- 1987** Colabora en la instrumentación del Plan Piloto Paysandú, curricular y optativo del segundo semestre del 6º año.
- 2000** Co-participa junto al Centro Médico Veterinario de Maldonado en el XXI Congreso Mundial de Buiatría.



***Santa Elena***  
LABORATORIOS



**Construyendo el futuro de la salud animal**

---

**[www.virbac.uy](http://www.virbac.uy)**

---