



Foto: Juan P. Garzón

MONITOREO DE LA GESTACIÓN EN BOVINOS LECHEROS: importancia de los registros sistemáticos para determinar las pérdidas reproductivas

DMV MSc. Juan Pablo Garzón^{1,2}, DMV MSc. PhD Waldemir Santiago Neto¹, DMV MSc. PhD Caroline Silveira¹, DMV MSc. Victoria Urioste¹, Téc. Agrop Marcelo Pla¹, Téc. Sist. Int. Prod. Anim. Eduardo Vidal¹, DMV Dr. Federico Giannitti¹, DMV MSc. PhD Gustavo Gastal¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - La Estanzuela, Colonia, Uruguay

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - EEA, Azuay, Ecuador

En este artículo se presenta el uso de herramientas de bajo costo para cuantificar las pérdidas de gestación en sistemas lecheros (embrionarias tardías y fetales/ abortos) e identificar posibles efectos del animal, sanitarios y del ambiente.

INTRODUCCIÓN

En la última década, el crecimiento del rodeo lechero uruguayo ha sido prácticamente nulo, debido a cuatro factores principales: (i) la baja eficacia reproductiva, (ii) las altas tasas de mortalidad de terneras antes del desleche¹, (iii) las elevadas tasas de descarte y mortalidad en vacas², y (iv) la alta edad al primer parto (± 30 meses) a nivel nacional³. Sin embargo, muchos tambos en

Uruguay carecen de información precisa para cuantificar estos indicadores⁴. En 2019, una encuesta realizada por INALE reveló que el 64 % de los productores registra datos del manejo reproductivo en papel, 20 % en software, 10 % en planillas electrónicas (Excel) y el 6 % no registra información reproductiva⁵. Llevar registros en papel dificulta la capacidad de realizar un seguimiento en tiempo real, tomar decisiones y mejorar el rendimiento productivo y reproductivo.

El uso de software facilita este proceso. Un manejo reproductivo adecuado, con registros y monitoreo preciso de los datos, es esencial para mejorar la eficiencia reproductiva y garantizar la rentabilidad en cualquier sistema de producción lechera⁶.

Entre los aspectos cruciales a monitorear, se encuentran las pérdidas de gestación (PDG), tanto en la fase embrionaria como fetal (Figura 1). Estas constituyen una de las principales causas de la baja eficiencia reproductiva de los rodeos, aumentando el descarte de vacas y las pérdidas económicas. Las causas de las PDG son multifactoriales, abarcando aspectos infecciosos (sanitarios) y no infecciosos (ambientales, nutricionales, metabólicos, genéticos y hormonales), y suelen presentarse de manera acumulativa^{7,8}. Además, estas pérdidas son indicadores clave de salud y bienestar en los rodeos lecheros⁹. Se estima que el costo directo e indirecto de una PDG oscila entre 128 y 1415 dólares americanos, según factores como: edad gestacional, paridad, duración de la lactancia, nivel de producción, valor genético del animal y sistema productivo^{7,10}. Por lo tanto, llevar a cabo un adecuado registro, monitoreo y diagnóstico de las PDG resulta esencial para tomar decisiones inmediatas de control.

En este artículo presentamos el uso de herramientas de bajo costo para cuantificar las PDG (embrionarias tardías y fetales/abortos) e identificar posibles efectos del animal, sanitarios y del ambiente sobre las PDG.

El registro y monitoreo preciso de los datos es esencial para mejorar la eficiencia reproductiva y garantizar la rentabilidad en cualquier sistema de producción lechera.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela, utilizando datos del período 2018-2021, registrados en el software DairyPlanC21 (GEA®v.5.3) para evaluar los eventos reproductivos. El tambo presentaba un promedio de 320 vacas y vaquillonas/año, con dos biotipos Holstein, neozelandés (HNZ) y norteamericano (HNA).

Las estrategias de manejo de alimentación y sanitario-reproductivas fueron similares para todos los animales durante el período evaluado^{12,13}. Se aplicó un plan de vacunaciones anual para prevenir enfermedades respiratorias y/o reproductivas estandarizado en todos los animales.

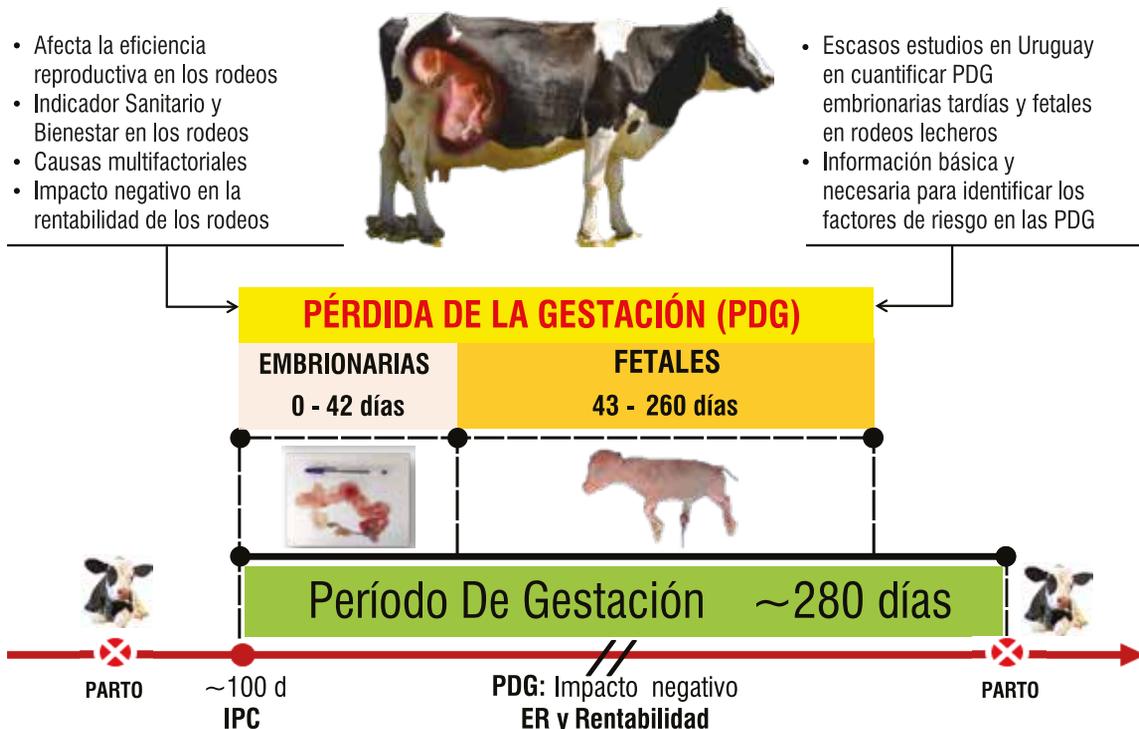


Figura 1 - Infografía sobre las pérdidas de la gestación (PDG). Las PDG pueden ocurrir en la fase embrionaria (0-42 días) o fetal (43-260 días), generando un mayor intervalo entre partos (IEP). Las PDG >260 hasta ~280 días de gestación (parto) son consideradas mortinatos o muertes perinatales¹¹. IPC: intervalo parto concepción. ER: eficiencia reproductiva.

El manejo sanitario-reproductivo consistió en el monitoreo del período de transición hasta el período de espera voluntario (Figura 2).

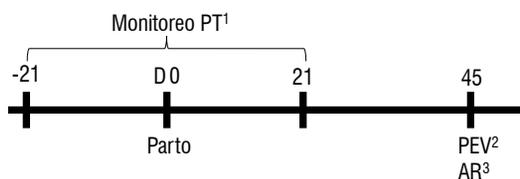


Figura 2 - Protocolo del manejo sanitario y reproductivo. ¹Período de transición (PT): monitoreo desde -21 días antes del parto, parto (Día 0), 21 días después del parto. ²Período de espera voluntario (PEV): revisión de los animales y ecografía reproductiva. ³Apta para la reproducción (AR): inicio de la estrategia reproductiva IA o IATF, monitoreo de celos con el uso de parches (ESTROTECT™). Las actividades/eventos de monitoreo sanitario-reproductivo están en la Figura 4 y Diagrama operativo.

Diagrama operativo

Acceda **AQUÍ**

La estrategia de reproducción fue por inseminación artificial (IA) con celo visto y en tiempo fijo (IATF), y los partos fueron estacionales (Figura 3).

¿Cómo se monitoreó la gestación y se cuantificaron las PDG?

Los dos eventos reproductivos se registraron usando el diagrama operativo.

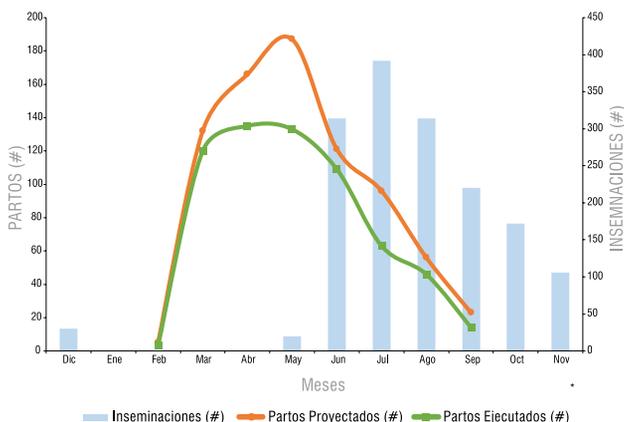


Figura 3 - Distribución de los servicios reproductivos (IA y IATF) y de los partos proyectados y ejecutados en el tambo de INIA La Estanzuela entre 2018 y 2021. La diferencia entre líneas representa las PDG ($\geq 28-260$ días de gestación). *momento del muestreo serológico para determinar el seroestatus a *Neospora caninum* y el virus de la leucosis bovina (VLB). #cantidad de animales o actividades observadas.

Desde el día de la IA (D0) se inició el protocolo de seguimiento de la gestación (Figura 4). El diagnóstico y monitoreo de la gestación¹⁴ se realizó en cuatro ocasiones o intervalos: i) 28-30 días post-IA, primer diagnóstico de gestación (ecografía y parche), ii) 60-90 días (ecografía/palpación y parche), iii) 91-120 días (ecografía/palpación y parche) y iv) 210-260 días (palpación).



Figura 4 - Esquema de monitoreo de la gestación. ¹Inseminación: inicio de servicios IA o IATF. ²RC: observación del retorno al celo, se colocaron parches (ESTROTECT™) para facilitar la observación. ³Primer diagnóstico de gestación: realizado por ecografía a los animales que no presentaron celo (28-30 post-IA), se colocaron parches para realizar el seguimiento de la gestación y detectar posibles PDG. ⁴Confirmación de la gestación: corresponde al segundo monitoreo del mantenimiento de la gestación, se coloca nuevo parche. ⁵Continúa el monitoreo de la gestación por la observación de celos/abortos con auxilio de los parches y diagnósticos de preñez conforme los intervalos establecidos entre 91-260 días.

Las PDG fueron definidas con los siguientes criterios

- i) Pérdidas embrionarias tardías (PEmbT: 28-42 días post-IA) presencia de embrión sin latidos cardíacos¹⁵.
- ii) Pérdidas fetales (PF) o abortos (43-260 días de gestación), se definieron tres categorías¹⁴, hembras previamente diagnosticadas gestantes que resultaron negativas al segundo (PF1: 43-90 días), tercero (PF2: 91-120 días) o cuarto (PF3: 210-260 días) diagnóstico gestacional.

Factores evaluados sobre las PDG

Para determinar los factores asociados a las PDG, nos basamos en tres pilares:

- A) Individuo: paridad (nulíparas, primíparas, multíparas) y biotipo (HNA y HNZ).
- B) Exposición a patógenos: seropositividad a *Neospora caninum* y/o virus de la leucosis bovina (VLB) mediante ELISA para detección de IgG¹⁶.
- C) Ambiental: exposición al estrés calórico basado en el Índice de Temperatura y Humedad (ITH)¹⁷, categorizado en tres períodos climatológicos: Bajo (ITH ≤ 68 , abril-julio), Transición (ITH incrementa cronológicamente hasta \bar{X} 68, agosto-noviembre) y Alto (ITH >68 , diciembre-marzo).

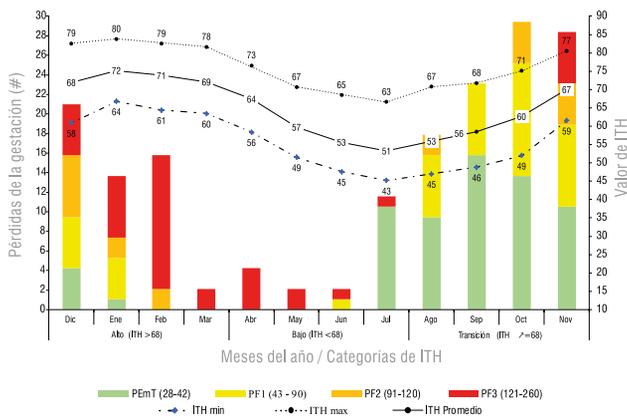


Figura 5 - Perfil de variación del índice de temperatura y humedad (ITH) correspondiente a las categorías (Alto: ITH X≥68; Bajo: ITH X<68; Transición: ITH X=68) y cantidad de PDG (embrionarias tardías y fetales) entre 2018 y 2021.

Para determinar los factores asociados a las pérdidas de gestación, el estudio se basó en tres pilares: el individuo, la exposición a patógenos y los factores ambientales.

Además de los factores descriptos arriba, fueron evaluados los efectos del año (2018-2021), el mes, así como interacciones bivariadas entre los factores evaluados. La producción láctea ajustada a los 305 días en leche se incluyó en el modelo como variable predictora continua. La significancia estadística se fijó en P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información utilizada fue de la Unidad de Agroclima y Sistemas de información (GRAS-INIA; Figura 5).

Entre 2018 y 2021, se monitorearon 786 gestaciones de 423 animales (Cuadros 1 y 2). De las 163 PDG (20,7 %) detectadas, 62 fueron PEmT (38 %) y 101 PF (62 %). Hubo pequeñas variaciones entre biotipos y animales de distinta paridad. HNZ tuvo mayor (P<0,05) tasa de concepción (TC) que HNA, pero similar PDG.

La asociación entre las PDG con los factores fue estimada por medio de regresión logística mixta en el software estadístico R (versión 4.2.2).

Cuadro 1 - Porcentajes y promedios (mín-máx) de indicadores reproductivos y productivos correspondientes al Biotipo y Paridad entre los años 2018 y 2021.

| Biotipo/ Paridad | TC% (P/IA) | PDG% (PG/P) | IPPS (mín-máx) | IPC (mín-máx) | S/C (mín-máx) | IEP (mín-máx) | DEL (mín-máx) | Prd (305) (mín-máx) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| HNZ | 54,1^A (272/503) | 17,6^A (48/272) | 75 (70-80) | 113 (99-122) | 1,8 (1,8-2,1) | 394 (381-405) | 297 (263-318) | 7.140^B (6.635-7.800) |
| Nulíparas | 58,9 ^a (73/124) | 19,2 ^a (14/73) | - | - | 1,7 (1,1-2,0) | - | - | - |
| Primíparas | 51,3 ^a (51/96) | 19,6 ^a (10/51) | 74 (60-80) | 128 (83-150) | 1,9 (1,7-2,1) | 406 (362-435) | 328 (256-369) | 6.090 ^b (5.767-7.319) |
| Multíparas | 52,3 ^a (148/283) | 16,2 ^a (24/148) | 76 (72-79) | 108 (104-113) | 1,9 (1,7-2,1) | 390 (386-396) | 287 (266-301) | 7.555 ^{ab} (7.110-7.923) |
| HNA | 48,3^B (514/1065) | 22,4^A (115/514) | 74 (69-84) | 112 (103-120) | 2,1 (1,9-2,1) | 393 (385-404) | 311 (290-327) | 8.203^A (8.020-8.340) |
| Nulíparas | 53,5 ^a (230/430) | 17,8 ^a (41/230) | - | - | 1,9 (1,6-1,9) | - | - | - |
| Primíparas | 51,0 ^a (131/257) | 22,9 ^{ab} (30/131) | 75 (69-90) | 113 (99-130) | 2,0 (1,8-2,1) | 395 (382-407) | 321 (296-352) | 7.572 ^{ab} (7.279-7.879) |
| Multíparas | 40,5 ^b (153/378) | 28,8 ^b (44/153) | 73 (69-80) | 110 (103-117) | 2,5 (2,2-2,6) | 392 (387-403) | 305 (285-323) | 8.679 ^a (7.800-8.888) |
| General | 50,1 (786/1568) | 20,7 (163/786) | 75 (69-82) | 112 (102-117) | 2,0 (1,9-2,1) | 394 (383-400) | 306 (281-323) | 7.800 (7.420-8.184) |

HNZ: biotipo neozelandés; HNA: biotipo americano; TC: tasa de concepción (preñez / IA); PDG: tasa de pérdida de gestación (≥28-260 días); IPPS: intervalo parto primer servicio, en días; S/C: servicios por concepción; IEP: intervalo entre partos, en días; DEL: días en leche; Prd (305): producción de leche ajustada 305 días, en litros. ^{A,B}letras diferentes difieren (P<0,05) entre biotipos. ^{a,b}letras diferentes difieren (P<0,05) entre paridades. Columnas con celdas sin letra sobrescrita no presentan diferencias significativas (P<0,05) entre biotipos o paridades. Mín-máx, variación promedio mínima y máxima entre los años 2018-2021.

Cuadro 2 - Tasa de concepción y tasa de pérdidas de gestación correspondientes a Biotipo / número de IA entre los años 2018-2021.

| Biotipo / Número de IA | | TC% (P/IA) | PDG% (PG/P) |
|------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|
| HNZ | Primera IA | 54,5 ^{aa} (151/277) | 20,9 ^{aa} (33/151) |
| | Segunda IA | 53,1 ^{aa} (77/145) | 13,0 ^{aa} (10/77) |
| | Tres o más IA | 54,3 ^{aa} (44/81) | 11,4 ^{aa} (5/44) |
| HNA | Primera IA | 47,8 ^{aa} (259/542) | 23,5 ^{aa} (61/259) |
| | Segunda IA | 47,1 ^{aa} (146/310) | 19,2 ^{aa} (28/146) |
| | Tres o más IA | 51,2 ^{aa} (109/213) | 23,8 ^{aa} (26/109) |

HNZ: biotipo neozelandés; HNA: biotipo americano; IA: inseminación artificial; TC%: tasa de concepción (preñez / IA); PDG% tasa de pérdida de gestación ($\geq 28-260$ días). ^{a,b}letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre número de IA en el mismo biotipo. ^{A,B}letras diferentes en la misma columna difieren ($P < 0,05$) entre biotipos para cada número de IA.

Las multíparas HNA tuvieron mayor ($P < 0,05$) PDG, con énfasis en las PEmbT ($P < 0,001$), que las nulíparas del mismo biotipo (Cuadro 1).

La TC y las PDG fueron similares entre el número de IA, independientemente del biotipo (Cuadro 2). Sin embargo, las TC y PDG tuvieron una relación directa con el número de IA ($OR=1,7$; $IC95\% 1,3-2,2$, $P < 0,001$); es decir, por cada IA adicional que la vaca/vaquillona recibió, hubo 70 % más chances de no quedar preñada al final del período de servicios.

Las seroprevalencias de *N. caninum* y VLB fueron 26 % y 62 %, respectivamente. Las chances de padecer PF para

Entre 2018 y 2021, se monitorearon 786 gestaciones de 423 animales, y se detectaron 163 PDG (20,7 %), 62 fueron PEmbT (38 %) y 101 PF (62 %).

los animales seropositivos para *N. caninum* fue 3,8 ($IC95\% 2,1-7,1$; $P < 0,001$) y 2,7 ($IC95\% 1,5-4,9$; $P < 0,001$) para VLB comparado con los seronegativos. Respecto a los biotipos asociado a PDG, las chances de sufrir una PDG en las HNA seropositivas para *N. caninum* (30,5 %) fue 2,1 ($IC95\% 1,4-3,2$; $P < 0,01$) y las HNZ (16,6 %) fue 3,0 ($IC95\% 1-9,5$; $P=0,06$) comparado con las seronegativas. En las HNA, la seropositividad para VLB (66,2 %) no se asoció con las PDG; mientras en las HNZ seropositivas para VLB (60,6 %) las chances de sufrir una PDG fue 2,7 ($IC95\% 1,1-6,4$; $P < 0,05$) comparado con las seronegativas.

En cuanto al efecto ambiental (Figura 5), al iniciar la fase de transición, setiembre presenta incremento de días con $ITH > 68$, con aumento en los casos de PEmbT en comparación con enero ($OR=16,6$; $IC95\% 1,1-255,7$; $P < 0,05$); sin embargo, la cantidad de observaciones fue baja para determinar con precisión la interacción del aumento de $ITH \geq 68$, las chances de PF aumentaron en 70 % ($OR=1,7$; $IC95\% 1,1-2,8$; $P < 0,05$) en noviembre, 40 % en diciembre ($OR=1,4$; $IC95\% 1,0-2,1$; $P < 0,05$) y 40 % febrero ($OR=1,4$; $IC95\% 1,0-1,9$; $P < 0,05$).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones en cuanto a los resultados del presente trabajo están resumidas en el Cuadro 3.

Cuadro 3 - Conclusiones y recomendaciones.

| Factores de riesgo | Conclusiones | Recomendaciones |
|--|--|--|
| Animal (Biotipo y Paridad) | HNZ presentó mayor TC, y similar PDG que HNA. Multíparas HNA presentaron mayor PDG que nulíparas del mismo biotipo, con énfasis para PEmbT. | Establecer estrategias de manejo, con especial atención en multíparas y selección genética por fertilidad. |
| Exposición a patógenos (<i>N. caninum</i> y VLB) | Pérdidas fetales estuvieron asociadas con la seropositividad para <i>N. caninum</i> y VLB, con PDG asociado al <i>N. caninum</i> mayor en HNA, y PDG asociado al VLB mayor en HNZ. | Monitorear la seroprevalencia para implementar medidas de bioseguridad y disminuir el riesgo de diseminación de enfermedades dentro del tambo. |
| Ambiental (ITH - Estrés Calórico) | En la fase final del ITH de transición e inicio de la fase de ITH alto, aumenta la probabilidad de PF en ambos biotipos. | Tomar medidas para mitigar el estrés calórico: proporcionar a los animales sombra y agua para garantizar bienestar, salud y optimizar la (re)producción. |

A nivel animal, se recomienda establecer estrategias de manejo con especial atención en multíparas y la selección genética por fertilidad.

CONSIDERACIONES FINALES

La sistematización y la gestión de los datos reproductivos en los rodeos lecheros son herramientas de bajo costo, que, al ser adoptadas por los productores, permiten identificar posibles factores que afectan el manejo reproductivo. Este monitoreo tiene como finalidad orientar a productores, técnicos asesores y laboratorios de diagnóstico veterinario a mejorar los procesos de prevención, diagnóstico e investigación, e implementar un sistema de vigilancia para proponer alternativas tecnológicas y medidas de bioseguridad que mitiguen el impacto sobre las PDG.

Las muertes embrionarias tardías y fetales tempranas no presentan signos clínicos inmediatos, lo que justifica la necesidad de realizar un monitoreo constante de celos en las vacas preñadas y tres controles ecográficos/palpación entre los días 28 y 120 de gestación, sumando el diagnóstico previo del secado, para tomar medidas inmediatas con aquellos animales que presentan PDG.

REFERENCIAS

- 1 - Schild CO, *et al.* A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *J Dairy Sci* 2020;103:9418-29. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177>.
- 2 - Doncel Díaz B. Descarte de vacas en rodeos lecheros de Uruguay y diagnóstico de dos enfermedades no descritas en vacas lecheras del país. Tesis Doctorado. Universidad de la República, 2022.
- 3 - Fariña SR, Chilbroste P. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agric Syst* 2019;176:102631. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.05.001>.
- 4 - MGAP. Anuario Estadístico Agropecuario 2022. Dirección de Estadísticas Agropecuario (DIEA).
- 5 - INALE. Encuesta Lechera 2019: Resultados definitivos. Instituto Nacional de la Leche 2019.
- 6 - Gastal G, *et al.* Perfil de registros reproductivos de ganado lechero en Uruguay. XLVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Uruguay: 2021.
- 7 - Mee JF. Invited review: Bovine abortion-Incidence, risk factors and causes. *Reprod Domest Anim* 2023;1-11. <https://doi.org/10.1111/rda.14366>.
- 8 - Wiltbank MC, *et al.* Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2016;86:239-53. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.037>.

9 - Campero PCM, *et al.* Abortos y otras pérdidas reproductivas en bovinos diagnóstico y control. 1a Ed. 2017;19:384. ISBN978-950-504-633-3.

10 - Cabrera VE. A simple formulation and solution to the replacement problem: A practical tool to assess the economic cow value, the value of a new pregnancy, and the cost of a pregnancy loss. *J Dairy Sci* 2012;95:4683-98. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5214>.

11 - Mee JF. Investigation of bovine abortion and stillbirth/perinatal mortality - Similar diagnostic challenges, different approaches. *Ir Vet J* 2020;73:20. <https://doi.org/10.1186/s13620-020-00172-0>.

12 - Morales-Piñeyrúa JT, *et al.* Effects of parity on productive, reproductive, metabolic and hormonal responses of Holstein cows. *Anim Reprod Sci* 2018;191:9-21. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.01.017>.

13 - Stirling S, *et al.* Intensification strategies for temperate hot-summer grazing dairy systems in South America: Effects of feeding strategy and cow genotype. *J Dairy Sci* 2021;104:12647-63. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20507>.

14 - Smith RF, *et al.* Herd monitoring to optimise fertility in the dairy cow: making the most of herd records, metabolic profiling and ultrasonography (research into practice). *Animal* 2014;8:185-98.

15 - López-Gatius F, García-Ispuerto I. Ultrasound and endocrine findings that help to assess the risk of late embryo/early foetal loss by non-infectious cause in dairy cattle. *Reprod Domest Anim* 2010;45:15-24. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2010.01620.x>.

16 - Silveira C, *et al.* A comparative study of commercial ELISAs for antibody detection in the diagnostic investigation of *Neospora caninum*-associated abortion in dairy cattle herds in Uruguay. *Rev Argent Microbiol* 2020;52:107-114. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.06.004>.

17 - La Manna A. Estrés calórico en lechería: aspectos prácticos de la sombra para una mejor mitigación. *Revista INIA* 2022, N°71, p.21-24. (Revista INIA; 71).



Foto: Juan P. Garzón

Figura 6 - Ilustración del manejo de monitoreo de la gestación por retorno al celo con el uso de parches, confirmación final por ecografía/palpación. Se observa el parche gasto (rojo) en el lomo de la vaca.